

PCT/JP2004/009270

24. 6. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

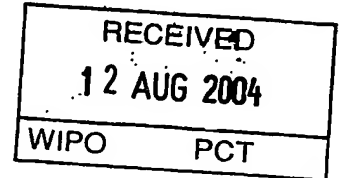
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 1 2 月 9 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 4 1 0 5 9 3
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 4 1 0 5 9 3]

出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

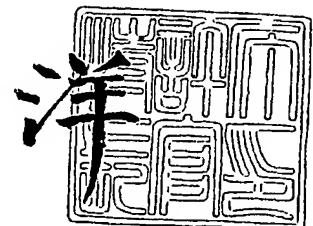


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 7 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 6 7 6 3 1

【書類名】 特許願
【整理番号】 2131150389
【提出日】 平成15年12月 9日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G11B 7/09
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 上田 英司
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 110000040
 【氏名又は名称】 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
 【代表者】 池内 寛幸
 【電話番号】 06-6135-6051
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-181695
 【出願日】 平成15年 6月25日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 139757
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0108331

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

光ディスクからの反射光を受光し、複数のセンサ信号を出力するセンサ手段と、
前記複数のセンサ信号を演算合成してフォーカス誤差信号を合成する誤差信号合成手段と、

前記フォーカス誤差信号に基づいて駆動信号を出力する演算手段と、
前記駆動信号に略比例した駆動電流を出力する駆動手段と、

前記駆動電流に応じて対物レンズを駆動するフォーカスアクチュエータとを具備しており、

前記演算手段は、前記フォーカス誤差信号に基づいてフォーカス誤差値を生成する誤差入力手段と、

前記フォーカス誤差値に外乱値を加えて出力する外乱加算手段と、

前記外乱加算手段の出力値に少なくとも位相補償演算と増幅演算とを行い駆動値を出力する位相補償手段と、

前記誤差入力手段によって生成された前記フォーカス誤差値に基づいて前記外乱値に
答した検出複素振幅値を検出する応答検出手段と、

前記応答検出手段によって検出された前記検出複素振幅値と所定の複素振幅値とに応じ
て前記位相補償手段の増幅演算の利得を変更する利得変更手段とを含んでおり、

前記利得変更手段の所定の複素振幅値の位相を前記外乱加算手段の外乱値の実質的な加
算位相としたことを特徴とするフォーカス制御装置。

【請求項 2】

前記利得変更手段は、所定の補正複素値によって補正した補正複素振幅値に応じて前記
位相補償手段の増幅演算の利得を変更し、

前記利得変更手段は、前記所定の補正複素値と前記所定の複素振幅値との間の位相差を
、前記外乱加算手段によって加えられる前記外乱値の実質的な加算位相に応じた値とする
、請求項 1 記載のフォーカス制御装置。

【請求項 3】

前記外乱加算手段によって加えられる前記外乱値は、1 周期を略 N 等分した値であり、

前記外乱加算手段は、所定のタイミング毎に前記外乱値を前記フォーカス誤差値に加算
するように構成されており、

前記利得変更手段の所定の複素振幅値の位相が略 $2\pi/N/2$ になっている、請求項 1
記載のフォーカス制御装置。

【請求項 4】

前記外乱加算手段によって加えられる前記外乱値は、1 周期を略 N 等分した値になっ
ており、あらかじめ記憶手段に保存されている、請求項 1 記載のフォーカス制御装置。

【請求項 5】

前記応答検出手段は、前記外乱加算手段によって加えられる前記外乱値と略同じ位相の
信号と、略 $\pi/2$ だけ位相が異なる信号とに基づいて、前記フォーカス誤差値から前記外
乱値に
答した検出複素振幅値を検出する、請求項 1 記載のフォーカス制御装置。

【請求項 6】

前記応答検出手段は、前記外乱加算手段によって加算される外乱値の周期の整数倍の時
間を測定することによって、前記フォーカス誤差値から前記外乱値に
答した検出複素振
幅値を検出する、請求項 1 記載のフォーカス制御装置。

【請求項 7】

前記外乱加算手段によって加算される外乱値は、1 周期を略 N 等分した値であり、

前記 N 等分の値が 4 の整数倍になっている、請求項 1 記載のフォーカス制御装置。

【請求項 8】

前記外乱加算手段によって加算される外乱値は、所定のタイミング毎に前記フォーカス
誤差値に加算する 1 周期を略 N 等分した値であり、前記外乱値の周波数を f_m とし、前記
誤差入力手段の動作と前記駆動出力手段の動作との間の時間差を T_d とした時、前記利得

変更手段の所定の複素振幅値の位相が $2\pi/N/2$ となっており、 $2\pi \times f_m \times T_p$ の演算合成をした値となっている、請求項 1 記載のフォーカス制御装置。

【請求項 9】

光ディスクからの反射光を受光し、複数個のセンサ信号を出力するセンサ手段と、
前記複数個のセンサ信号を演算合成して、前記光ディスク上のトラックと前記光ディスク上の光スポットとの相対位置関係に応じたトラッキング誤差信号を合成する誤差信号合成手段と、

前記トラッキング誤差信号に基づいて駆動信号を出力する演算手段と、
前記駆動信号に略比例した駆動電流を出力する駆動手段と、

前記駆動電流に応じて対物レンズを駆動するトラッキングアクチュエータとを具備しており、

前記演算手段は、前記トラッキング誤差信号に基づいてトラッキング誤差値を生成する誤差入力手段と、

前記トラッキング誤差値に外乱値を加えて出力する外乱加算手段と、
前記外乱加算手段の出力値に少なくとも位相補償演算と増幅演算とを行い駆動値を出力する位相補償手段と、

前記誤差入力手段によって生成された前記トラッキング誤差値に基づいて前記外乱値に応答した検出複素振幅値を検出する応答検出手段と、

前記応答検出手段によって検出された前記検出複素振幅値と所定の複素振幅値とに応じて前記位相補償手段の増幅演算の利得を変更する利得変更手段とを含んでおり、

前記利得変更手段の所定の複素振幅値の位相を前記外乱加算手段の外乱値の実質的な加算位相としたことを特徴とするトラッキング制御装置。

【請求項 10】

光ディスクからの反射光を受光し、複数個のセンサ信号を出力するセンサ手段と、
前記複数個のセンサ信号を演算合成して、前記光ディスク上のトラックと前記光ディスク上の光スポットとの相対位置関係に応じたトラッキング誤差信号を合成する誤差信号合成手段と、

前記トラッキング誤差信号に基づいて駆動信号を出力する演算手段と、
前記駆動信号に略比例した駆動電流を出力する駆動手段と、

前記駆動電流に応じて対物レンズを駆動するトラッキングアクチュエータとを具備しており、
前記演算手段は、前記トラッキング誤差信号に基づいてトラッキング誤差値を生成する誤差入力手段と、

前記トラッキング誤差値に外乱値を加えて出力する外乱加算手段と、
前記外乱加算手段の出力値に少なくとも位相補償演算と増幅演算とを行い駆動値を出力する位相補償手段と、

前記誤差入力手段によって生成された前記トラッキング誤差値に基づいて前記外乱値に応答した検出複素振幅値を検出する応答検出手段と、
前記応答検出手段によって検出された前記検出複素振幅値を所定の補正複素値により補正した補正検出複素振幅値と所定の複素振幅値とに応じて前記位相補償手段の増幅演算の利得を変更する利得変更手段とを含んでおり、

前記利得変更手段は、前記所定の補正複素値と前記所定の複素振幅値との間の位相差を、前記外乱加算手段によって加えられる前記外乱値の実質的な加算位相に応じた値としたことを特徴とするトラッキング制御装置。

【請求項 11】

前記外乱加算手段によって加えられる前記外乱値は、1 周期を略 N 等分した値であり、
前記外乱加算手段は、所定のタイミング毎に前記外乱値を前記トラッキング誤差値に加算するように構成されており、

前記利得変更手段の所定の複素振幅値の位相が略 $2\pi/N/2$ になっている、請求項 9 記載のトラッキング制御装置。

【請求項 12】

前記外乱加算手段によって加えられる前記外乱値は、1周期を略N等分した値であり、前記外乱加算手段は、所定のタイミング毎に前記外乱値を前記トラッキング誤差値に加算するように構成されており、

前記所定の補正複素値と前記所定の複素振幅値の位相差が略 $2\pi/N/2$ になっている、請求項10記載のトラッキング制御装置。

【請求項 13】

前記外乱加算手段によって加えられる前記外乱値は、1周期を略N等分した値になっており、あらかじめ記憶手段に保存されている、請求項9または10記載のトラッキング制御装置。

【請求項 14】

前記応答検出手段は、前記外乱加算手段によって加えられる前記外乱値と略同じ位相の信号と、略 $\pi/2$ だけ位相が異なる信号とに基づいて、前記トラッキング誤差値から前記外乱値に応答した検出複素振幅値を検出する、請求項9または10記載のトラッキング制御装置。

【請求項 15】

前記応答検出手段は、前記外乱加算手段によって加算される外乱値の周期の整数倍の時間を測定することによって、前記トラッキング誤差値から前記外乱値に応答した検出複素振幅値を検出する、請求項9または10記載のトラッキング制御装置。

【請求項 16】

前記外乱加算手段によって加算される外乱値は、1周期を略N等分した値であり、前記N等分の値が4の整数倍になっている、請求項9または10記載のトラッキング制御装置。

【請求項 17】

前記外乱加算手段によって加算される外乱値は、所定のタイミング毎に前記トラッキング誤差値に加算する1周期を略N等分した値であり、前記外乱値の周波数を f_m とし、前記誤差入力手段の動作と前記駆動出力手段の動作との間の時間差を T_d とした時、前記利得変更手段の所定の複素振幅値の位相が $2\pi/N/2$ と $2\pi \times f_m \times T_d$ とを演算合成をした値となっている、請求項9記載のトラッキング制御装置。

【請求項 18】

前記外乱加算手段によって加算される外乱値は、所定のタイミング毎に前記トラッキング誤差値に加算する1周期を略N等分した値であり、前記外乱値の周波数を f_m とし、前記誤差入力手段の動作と前記駆動出力手段の動作との間の時間差を T_d とした時、前記利得変更手段の補正複素振幅値と所定の複素振幅値との位相差が $2\pi/N/2$ と $2\pi \times f_m \times T_d$ とを演算合成をした値となっている、請求項10記載のトラッキング制御装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】フォーカス制御装置およびトラッキング制御装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体レーザ等のレーザ光を用いて光ディスクに情報の記録や再生を行う光ディスク装置に用いるフォーカス制御装置およびトラッキング制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、光ディスク装置に用いられるフォーカス制御装置およびトラッキング制御装置は、光ディスク上に情報を記録または再生するために重要な装置である。

【0003】

このようなフォーカス制御装置では、光ディスクが変動し、または光ディスク装置が振動しても正確な記録再生ができるように、光ディスクの記録面と出射光の焦点との間のずれを、例えば ± 0.5 マイクロメートル(μm)以内という高精度に制御しなければならぬ。このためには、フォーカス制御装置のループゲイン特性を常に所望の特性に合わせおく必要がある。そしてトラッキング制御装置では、光ディスク上のトラックに偏芯等が存在しても正確な記録や再生ができるように、光ディスク上のトラックと光スポットとのずれを、例えば ± 0.1 マイクロメートル(μm)以内という高精度に制御しなければならぬ。このためには、トラッキング制御装置のループゲイン特性を常に所望の特性に合わせおく必要がある。

【0004】

しかしながら、フォーカス誤差信号およびトラッキング誤差信号の検出感度やフォーカスアクチュエータおよびトラッキングアクチュエータの感度のばらつき、さらに温度変化、経時変化によって、所望のループゲイン特性を保つことが困難であるという課題があった。

【0005】

このような課題に対して、光ビームの微小スポットと制御目標位置との間のズレを検出する制御誤差信号検出手段と、光ビームの微小スポットを制御目標位置に移動して保持するサーボ手段と、サーボループに外乱信号を加える外乱信号発生手段と、サーボループ内に加えた外乱信号に応答した信号の複素振幅を検出する手段と、複素振幅検出手段の出力に基づいて、予め記憶しておいたサーボループに加えた外乱信号の複素振幅値からのサーボループの位相・ゲイン特性を検出する演算手段と、演算出力からの出力に応じてサーボループの位相・ゲイン特性を変化させる調整手段とを備えた光学式記録再生装置によって報(特許文献1)参照)。

【0006】

すなわち、サーボループに加えた外乱信号に応答した信号の複素振幅を検出し、その複素振幅と予め記憶しておいたサーボループに加えた外乱信号の複素振幅値とにより、サーボループの位相・ゲイン特性を変化させ、サーボループの位相・ゲイン特性を所望の特性に調整するものである。

【0007】

したがって、少ない回路構成によってサーボループのゲイン・位相特性を高速高精度に測定することができ、さらにサーボループのゲイン・位相特性を調整してサーボループの特性を所定の値にすることにより安定なサーボ特性を達成することができる。

【特許文献1】特開平4-49530号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら上記した構成では、予め記憶している所定の複素振幅値の値(ここで、値とは所定の複素振幅値の位相及び振幅を意味する)に依っては、フォーカス制御装置およ

びトラッキング制御装置のサーボループ特性の調整に誤差が生じることが分かった。

【0009】

特に、1周期をN等分（以下、Nを分割数Nと呼ぶ）して保存された外乱値を順次加算するように外乱信号発生手段を構成した場合には、分割数Nの値が小さくなるほど調整誤差が大きくなることが分かった。

【0010】

また、光ディスクの高密度化や高耐震化の為にサーボループ特性の広帯域化が必要な場合には、この分割数Nが小さくなる。さらに、省電力化の為に演算手段の動作速度が遅くなった場合にも、この分割数Nは小さくなる。その結果、調整誤差がより大きくなる。

【0011】

このように、今後、光ディスクの高密度化や高耐震化、機器の省電力化によって、フォーカス制御装置におけるサーボループ特性の調整誤差が大きくなるという問題がある。

【0012】

本発明の目的は、分割数Nが小さい場合でも、精度良くフォーカスサーボ系およびトラッキングサーボ系の利得を調整することができ、所望のループゲイン特性に調整することが可能なフォーカス制御装置およびトラッキング制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明に係るフォーカス制御装置は、光ディスクからの反射光を受光し、複数個のセンサ信号を出力するセンサ手段と、前記複数個のセンサ信号を演算合成してフォーカス誤差信号を合成する誤差信号合成手段と、前記フォーカス誤差信号に基づいて駆動信号を出力する演算手段と、前記駆動信号に略比例した駆動電流を出力する駆動手段と、前記駆動電流に応じて対物レンズを駆動するフォーカスアクチュエータとを具備しており、前記演算手段は、前記フォーカス誤差信号に基づいてフォーカス誤差値を生成する誤差入力手段と、前記フォーカス誤差値に外乱値を加えて出力する外乱加算手段と、前記外乱加算手段の出力値に少なくとも位相補償演算と増幅演算とを行い駆動値を出力する位相補償手段と、前記駆動値に基づいて前記駆動信号を出力する駆動出力手段と、前記誤差入力手段によって生成された前記フォーカス誤差値に基づいて前記外乱値に回答した検出複素振幅値を検出する応答検出手段と、前記応答検出手段によって検出された前記検出複素振幅値と所定の複素振幅値とに応じて前記位相補償手段の増幅演算の利得を変更する利得変更手段とを含んでおり、前記利得変更手段の所定の複素振幅値の位相を前記外乱加算手段の外乱値の実質的な加算位相としたことを特徴とする。

【0014】

本発明に係るトラッキング制御装置は、光ディスクからの反射光を受光し、複数個のセンサ信号を出力するセンサ手段と、前記複数個のセンサ信号を演算合成して、前記光ディスク上のトラックと前記光ディスク上の光スポットとの相対位置関係に応じたトラッキング誤差信号を合成する誤差信号合成手段と、前記トラッキング誤差信号に基づいて駆動信号を出力する演算手段と、前記駆動信号に略比例した駆動電流を出力する駆動手段と、前記駆動電流に応じて対物レンズを駆動するトラッキングアクチュエータとを具備しており、前記演算手段は、前記トラッキング誤差信号に基づいてトラッキング誤差値を生成する誤差入力手段と、前記トラッキング誤差値に外乱値を加えて出力する外乱加算手段と、前記外乱加算手段の出力値に少なくとも位相補償演算と増幅演算とを行い駆動値を出力する位相補償手段と、前記誤差入力手段によって生成された前記トラッキング誤差値に基づいて前記外乱値に回答した検出複素振幅値を検出する応答検出手段と、前記応答検出手段によって検出された前記検出複素振幅値と所定の複素振幅値とに応じて前記位相補償手段の増幅演算の利得を変更する利得変更手段とを含んでおり、前記利得変更手段の所定の複素振幅値の位相を前記外乱加算手段の外乱値の実質的な加算位相としたことを特徴とする。

【0015】

本発明に係る他のトラッキング制御装置は、光ディスクからの反射光を受光し、複数個のセンサ信号を出力するセンサ手段と、前記複数個のセンサ信号を演算合成して、前記光

ディスク上のトラックと前記光ディスク上の光スポットとの相対位置関係に応じたトラッキング誤差信号を合成する誤差信号合成手段と、前記トラッキング誤差信号に基づいて駆動信号を出力する演算手段と、前記駆動信号に略比例した駆動電流を出力する駆動手段と、前記駆動電流に応じて対物レンズを駆動するトラッキングアクチュエータとを具備しており、前記演算手段は、前記トラッキング誤差信号に基づいてトラッキング誤差値を生成する誤差入力手段と、前記トラッキング誤差値に外乱値を加えて出力する外乱加算手段と、前記外乱加算手段の出力値に少なくとも位相補償演算と増幅演算とを行い駆動値を出力する位相補償手段と、前記誤差入力手段によって生成された前記トラッキング誤差値に基づいて前記外乱値に応答した検出複素振幅値を検出する応答検出手段と、前記応答検出手段によって検出された前記検出複素振幅値を所定の補正複素値により補正した補正検出複素振幅値と所定の複素振幅値とに応じて前記位相補償手段の増幅演算の利得を変更する利得変更手段とを含んでおり、前記利得変更手段は、前記所定の補正複素値と前記所定の複素振幅値との間の位相差を、前記外乱加算手段によって加えられる前記外乱値の実質的な加算位相に応じた値としたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、分割数 N が小さい場合でも、精度良くフォーカスサーボ系の利得を調整することができるフォーカス制御装置を提供することができる。

【0017】

また、本発明によれば、分割数 $N \times$ が小さい場合でも、精度良くトラッキングサーボ系の利得を調整することができるトラッキング制御装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本実施の形態に係るフォーカス制御装置においては、利得変更手段の所定の複素振幅値の位相が外乱加算手段の外乱値の実質的な加算位相となっている。このため、分割数 N が小さい場合でも、フォーカスサーボ系の利得を精度良く調整することができるフォーカス制御装置を提供することができる。

【0019】

この実施の形態では、前記利得変更手段は、所定の補正複素値によって補正した補正複素振幅値に応じて前記位相補償手段の増幅演算の利得を変更し、前記利得変更手段は、前記所定の補正複素値と前記所定の複素振幅値との間の位相差を前記外乱加算手段によって加えられる前記外乱値の実質的な加算位相に応じた値とすることが好ましい。

【0020】

前記外乱加算手段によって加えられる前記外乱値は、1周期を略 N 等分した値であり、前記外乱加算手段は、所定のタイミング毎に前記外乱値を前記フォーカス誤差値に加算するように構成されており、前記利得変更手段の所定の複素振幅値の位相が略 $2\pi/N/2$ になっていることが好ましい。

【0021】

前記外乱加算手段によって加えられる前記外乱値は、1周期を略 N 等分した値になっており、あらかじめ記憶手段に保存されていることが好ましい。

【0022】

前記応答検出手段は、前記外乱加算手段によって加えられる前記外乱値と略同じ位相の信号と、略 $\pi/2$ だけ位相が異なる信号とに基づいて、前記フォーカス誤差値から前記外乱値に응答した検出複素振幅値を検出することが好ましい。

【0023】

前記応答検出手段は、前記外乱加算手段によって加算される外乱値の周期の整数倍の時間を測定することによって前記フォーカス誤差値から前記外乱値に응答した検出複素振幅値を検出することが好ましい。

【0024】

前記外乱加算手段によって加算される外乱値は、1周期を略 N 等分した値であり、前記

N等分の値が4の整数倍になっていることが好ましい。

【0025】

前記外乱加算手段によって加算される外乱値は、所定のタイミング毎に前記フォーカス誤差値に加算する1周期を略N等分した値であり、前記外乱値の周波数を f_m とし、前記誤差入力手段の動作と前記駆動出力手段の動作との間の時間差を T_d とした時、前記利得変更手段の所定の複素振幅値の位相が $2\pi/N/2$ となっており、 $2\pi \times f_m \times T_p$ の演算合成した値となっていることが好ましい。

【0026】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0027】

(実施の形態1)

図1は、実施の形態1に係るフォーカス制御装置100の構成を示すブロック図である。フォーカス制御装置100は、センサ101を備えている。センサ101は、光ディスク111からの反射光を受光し、複数のセンサ信号SEを誤差信号合成器102へ出力する。誤差信号合成器102は、複数のセンサ信号SEを演算合成したフォーカス誤差信号FEを演算装置103へ供給する。

【0028】

演算装置103は、誤差入力部104と演算器105と駆動出力部106とメモリ107とを有している。メモリ107には、ROM107aとRAM107bとが設けられている。

【0029】

誤差入力部104は、誤差信号合成器102によって合成されたフォーカス誤差信号に基づいてフォーカス誤差値を生成して演算器105へ供給する。

【0030】

図2は、演算器105の構成を示すブロック図である。演算器105は、外乱加算器1を有している。外乱加算器1は、誤差入力部104によって生成されたフォーカス誤差値に外乱値を加えて出力する。演算器105には、位相補償器2が設けられている。位相補償器2は、外乱加算器1の出力値に少なくとも位相補償演算と増幅演算とを行い駆動値を出力する。演算器105は、応答検出器3を有している。応答検出器3は、誤差入力部104によって生成されたフォーカス誤差値に基づいて外乱値に応答した検出複素振幅値を検出する。演算器105には、利得変更器4が設けられている。利得変更器4は、応答検出器3によって検出された検出複素振幅値と所定の複素振幅値とに応じて位相補償器2の増幅演算の利得を変更する。

【0031】

駆動出力部106は、位相補償器2から出力された駆動値に基づいて駆動信号を駆動回路108へ出力する。駆動回路108は、駆動信号に略比例した駆動電流をフォーカスアクチュエータ109へ出力する。フォーカスアクチュエータ109は、駆動電流に応じて対物レンズ110を駆動する。

【0032】

このように構成されたフォーカス制御装置100の動作を説明する。

【0033】

センサ101が光ディスク111からの反射光を電気信号に変換して複数のセンサ信号SEを出力すると、誤差信号合成器102は、複数のセンサ信号SEを入力してフォーカス誤差信号FEを出力する。

【0034】

誤差信号合成器102では、例えば、複数のセンサ信号SEをそれぞれセンサ信号A、センサ信号B、センサ信号Cおよびセンサ信号Dとすると、センサ信号A、B、CおよびDを用いて、 $(A+B) - (C+D)$ の演算を行った信号をフォーカス誤差信号FEとして出力している。

【0035】

演算装置 103 は、誤差信号合成器 102 からのフォーカス誤差信号 FE を入力し、メモリ 107 に内蔵された後述するプログラムによって計算処理することにより、駆動信号 FOD を出力する。演算装置 103 が出力する駆動信号 FOD は駆動回路 108 に入力される。そして、駆動回路 108 では、電力増幅を行いフォーカスアクチュエータ 109 に電力を供給して、対物レンズ 110 を駆動する。

【0036】

このように、センサ 101 (センサ手段) と誤差信号合成器 102 (誤差信号合成手段) と演算装置 103 (演算手段) とフォーカスアクチュエータ 109 と駆動回路 108 (駆動手段) とによってフォーカス制御装置が構成されている。

【0037】

図 1 に示す演算装置 103 に設けられたメモリ 107 は、所定のプログラムと定数とが格納されたロム領域 107a (ROM: リードオンリーメモリ) と随時必要な値を格納するラム領域 107b (RAM: ランダムアクセスメモリ) とに別れている。演算器 105 のプログラムの具体的な一例を示す。次に、その動作を詳細に説明する。

【0038】

まず処理 201 では、後述する処理に必要な変数値の初期設定を行う。具体的には、まず参照値テーブルポインタ SC を初期化する ($SC \leftarrow 0$)。ここで、参照値テーブルポインタ SC の値は正の整数であり、0 から $N-1$ (N は分割数であり、4 の倍数の正の整数である。ここでは、 N を 20 とする) までの値をとる。

【0039】

次に、フォーカスゲイン調整完了フラッグ GC を初期化する ($GC \leftarrow 0$)。ここでフォーカスゲイン調整完了フラッグ GC は、0 または 1 の値をとり、0 の時は、フォーカスゲイン調整が完了していないことを意味し、1 の時は、フォーカスゲイン調整が完了していることを意味する。したがって、フォーカスゲイン調整完了フラッグ GC を初期化することにより、フォーカスゲイン調整が完了していない設定にしている。

【0040】

そして、正弦波の波数を計数する波数カウンタ KC を初期化する ($KC \leftarrow 0$)。ここで、波数カウンタ KC の値は正の整数であり、0 から測定波数 K (ここで、測定波数 K は、3 以上の正の整数であり、ここでは 50 とする) までの値をとる。さらに、後述する応答検出処理 205 において検出する検出複素振幅値の実数部 SUMR と検出複素振幅値の虚数部 SUMI とを初期化する ($SUMR \leftarrow 0$ 、 $SUMI \leftarrow 0$)。

【0041】

さらに、処理 201 では、後述する位相補償処理 214 の動作の初期設定として変数 FE_I の値を零に初期化する ($FE_I \leftarrow 0$)。その後、処理 202 の動作を行う。

【0042】

処理 202 では、フォーカス誤差値 FED の入力動作を行う。すなわち、演算装置 103 の誤差入力部 104 に入力された誤差信号合成器 102 からのフォーカス誤差信号 FE を AD 変換し、フォーカス誤差値 FED に直す。その後、処理 203 の動作を行う。

【0043】

処理 203 では、フォーカスゲイン調整完了フラッグ GC の値に応じて、次に行う処理を選択している。具体的には、フォーカスゲイン調整完了フラッグ GC の値が 1 の場合には処理 217 の動作に移行し、フォーカスゲイン調整完了フラッグ GC の値が 1 でない場合には処理 204 の動作に移行する。この処理 203 により、フォーカスゲイン調整が完了すると、処理 217 の動作に移行し、後述する利得変更処理 212 の動作を最初の 1 回のみ行うように構成している。

【0044】

処理 204 では、参照値テーブルポインタ SC に分割数 N を 4 で割った値を加算し、その加算値の分割数 N を法とする値を計算し、余弦波テーブルポインタ CC の値とする。すなわち、 $CC \leftarrow (SC + N/4) \text{ MOD } N$ の演算を行う。ここで、 $A \text{ MOD } B$

は、AのBを法とする値を表す。例えば、 $A=24$ 、 $B=20$ の場合、 $A \text{ MOD } B$ は4となる。すなわち、値Aを値Bで割った時の剰余を表す。このような演算を行うことにより、余弦波テーブルポインタCCの値は、0から $N-1$ の範囲の数値となる。その後、処理205の動作を行う。

【0045】

処理205では、参照値テーブルポインタSCに基づいてメモリ107のROM領域107aに格納されている参照値テーブルを参照し、参照値 $Q[SC]$ を得る。その参照値 $Q[SC]$ にフォーカス誤差値FEDを乗算し、その乗算値と検出複素振幅値の実数部SUMRを加算した値を新しい検出複素振幅値の実数部SUMRとする（ $SUMR \leftarrow SUMR + FED \times Q[SC]$ ）。ここで、参照値テーブルポインタSCの時の $Q[SC]$ を、(数1)に示す。

【0046】

【数1】

$$Q[SC] = P \times \sin\left(\frac{2\pi}{N} \times SC\right)$$

【0047】

ここで、Pは参照値振幅、Nは分割数、 π は円周率を表す（ここで、参照値振幅Pは正の実数であり、ここでは100とする）。

【0048】

さらに処理205では、余弦波テーブルポインタCCに基づいてメモリ107のROM領域107aに格納されている参照値テーブルを参照し、参照値 $Q[CC]$ を得る。その数部SUMIを加算した値を新しい検出複素振幅値の虚数部SUMIとする（ $SUMI \leftarrow SUMI + FED \times Q[CC]$ ）。

【0049】

ここで、処理204の動作により、参照値テーブルポインタSCと余弦波テーブルポインタCCとの間の差を $N/4$ （ここで、Nは分割数）としている。これにより、 $Q[SC]$ と $Q[CC]$ との値の位相差が $2\pi/4$ となる。したがって、本実施の形態1では、分割数Nを4の倍数にすることにより、正確に位相差 $2\pi/4$ を実現している。また、参照値テーブルを用いることにより、 \sin 関数や \cos 関数の計算に要する演算量を削減している。処理205の後、処理206の動作を行う。ここで、処理205は図2に示される応答検出器3に対応している。

【0050】

処理206では、参照値テーブルポインタSCに基づいてメモリ107のROM領域107aに格納されている正弦波の関数テーブルを参照し、外乱値FADDとする（ $FADD \leftarrow \text{table}[SC]$ ）。 $\text{table}[SC]$ を、(数2)に示す。

【0051】

【数2】

$$\text{table}[SC] = Ad \times \sin\left(\frac{2\pi}{N} \times SC\right)$$

【0052】

ここで、Adは外乱値振幅、Nは分割数、 π は円周率を表す（ここで、外乱値振幅Adは正の実数であり、ここでは100とする）。

【0053】

また、下記の(数3)に示すように、正弦波の関数テーブルと参照値テーブルとは、同じものを用いることにより、メモリ領域を削減している。したがって、外乱値振幅Adと参照値振幅Pとは同じ値となっている。

【0054】

【数 3】

$$table[SC] = Ad \times \sin\left(\frac{2\pi}{N} \times SC\right) = P \times \sin\left(\frac{2\pi}{N} \times SC\right) = Q[SC]$$

【0055】

処理206の動作の後、処理207の動作を行う。処理207では、フォーカス誤差値FEDに外乱値FADDを加算した値を、誤差信号FOEとする（ $FOE \leftarrow FED + FADD$ ）。その後、処理208の動作を行う。ここで、処理207は図2に示される外乱加算器1（外乱加算手段）に相当する。

【0056】

処理208では、参照値テーブルポインタSCの値に1を加算し、その値を新しい参照値テーブルポインタSCの値としている（ $SC \leftarrow SC + 1$ ）。このように処理することにより、参照値テーブルポインタSCは、1ずつ増加する値となる。その後、処理209の動作を行う。

【0057】

処理209では、参照値テーブルポインタSCと分割数Nの値とに応じて、次に行う処理を選択している。すなわち、参照値テーブルポインタSCと分割数Nとの値が同じ場合は、処理210の動作へ移行する。参照値テーブルポインタSCと分割数Nの値が同じでない場合は、処理211の動作へ移行する。

【0058】

ここで、処理208と処理209との動作により、1ずつ増加する参照値テーブルポインタSCが分割数Nと等しくなるということは、処理205と処理206とで用いた参照値FADDが1周期分得られ、処理207において外乱値FADDが1周期分加算されたことを意味する。

【0059】

処理210では、参照値テーブルポインタSCの値を0にする（ $SC \leftarrow 0$ ）。すなわち、参照値テーブルポインタSCを初期化する。

【0060】

さらに、処理210では、波数カウンタKCの値に1を加算した値を新しい波数カウンタKCの値としている（ $KC \leftarrow KC + 1$ ）。このように処理することにより、波数カウンタKCは、1ずつ増加する値となる。その後、処理211の動作を行う。処理210の動作により、外乱値FADDが1周期分加算される毎に、波数カウンタKCが1だけ増加する。

【0061】

処理211では、波数カウンタKCと測定波数Kとの値に応じて、次に行う処理を選択している。すなわち、波数カウンタKCと測定波数Kとの値が同じ場合は、処理212の動作へ移行する。波数カウンタKCと測定波数Kとの値が同じでない場合は、処理214の動作へ移行する。

【0062】

処理212では、図2に示される利得変更器4（利得変更手段）の動作を行う。すなわち、利得変更演算を行うことによって、フォーカスゲイン調整を行う。以下、利得変更器4の具体的な動作を説明する。

【0063】

まず、利得変更器4の所定の複素振幅値RUは、あらかじめ計算されており、下記に示す（数4）としている。

【0064】

【数 4】

$$RU = \operatorname{Re}(RU) + j \cdot \operatorname{Im}(RU) = \frac{K \cdot N \cdot P}{2} \cdot Ad \cdot \cos(d1) + j \cdot \left\{ -\frac{K \cdot N \cdot P}{2} \cdot Ad \cdot \sin(d1) \right\}$$

【0065】

ここで、 $\operatorname{Re}(RU)$ は所定の複素振幅値 RU の実数部を表し、 $\operatorname{Im}(RU)$ は所定の複素振幅値 RU の虚数部を表す。さらに、 K は測定波数、 N は外乱値 $FADD$ の分割数、 P は参照値振幅、 Ad は外乱値の振幅であり、また、 j は虚数を表し、下記に示す (数 5) で定義される。

【0066】

【数 5】

$$j = \sqrt{-1}$$

【0067】

さらに、所定の複素振幅値 RU の位相 $d1$ は、下記に示す (数 6) としている。

【0068】

【数 6】

$$d1 = \frac{2\pi}{2 \cdot N}$$

【0069】

ここで、 π は円周率を表す。これらすべての定数は、応答検出器 3 の動作前に既知であるため、所定の複素振幅値 RU をあらかじめ計算することができる。

【0070】

次に、利得変更器 4 では、所定の複素振幅値 RU と、応答検出器 3 (応答検出手段) によって検出した検出複素振幅値 ($SUMR + j \cdot SUMI$) を用いて、後述する位相補償器 2 (位相補償手段) の増幅演算利得 kg の大きさを補正している。具体的には、下記に示す (数 7) を用いて、増幅演算利得 kg を補正する。

【0071】

【数 7】

$$\begin{aligned} kg = \frac{kg}{|H|} &= \frac{kg}{\left| \frac{SUMR + j \cdot SUMI}{(SUMR + j \cdot SUMI) + \{ \operatorname{Re}(RU) + j \cdot \operatorname{Im}(RU) \}} \right|} \\ &= \frac{kg}{\left| \frac{SUMR + j \cdot SUMI}{(SUMR + j \cdot SUMI) + \frac{K \cdot N \cdot P}{2} \cdot Ad \cdot \{ \cos(d1) - j \cdot \sin(d1) \}} \right|} \end{aligned}$$

【0072】

ここで、 $|H|$ は、測定周波数 f_m におけるフォーカスサーボ系の一巡伝達関数の利得であり、下記に示す (数 8) となる。

【0073】

【数 8】

$$|H| = \left| \frac{SUMR + j \cdot SUMI}{(SUMR + j \cdot SUMI) + \{ \operatorname{Re}(RU) + j \cdot \operatorname{Im}(RU) \}} \right|$$

【0074】

ここで、測定周波数 f_m は、下記に示す (数 9) となっている。

【0075】

【数9】

$$f_m = f_s / N$$

【0076】

ここで、 f_s はサンプリング周波数、 N は分割数を表す（ここでは、サンプリング周波数 f_s を100kHz、分割数 N を20としているため、測定周波数 f_m は、5kHzとなる）。

【0077】

すなわち、測定周波数 f_m におけるフォーカスサーボ系の利得 $|H|$ を求め、その逆数を増幅演算利得 k_g に乘算することによって、増幅演算利得 k_g を補正する。これにより、フォーカスサーボ系の利得を測定周波数 f_m で0dB（1倍）に正確に調整することができる。すなわち、フォーカスゲイン調整を行っている。

【0078】

処理212の動作の後、処理213の動作を行う。処理213では、フォーカスゲイン調整完了フラッグGCの値を1にする（ $GC \leftarrow 1$ ）。ここで、フォーカスゲイン調整完了フラッグGCの値を1にすることは、利得変更器4の動作が完了し、フォーカスゲイン調整が完了したことを意味する。その後、処理214の動作を行う。

【0079】

処理214では、誤差信号FOEに対して位相補償演算を行う。具体的には、まず誤差信号FOEを k_1 倍（ここで k_1 は、正の実数である）した値と変数FE_Iを加算した値を新しい変数FE_Iの値とする（ $FE_I \leftarrow FE_I + FOE \times k_1$ ）。また変数FE_Iの値を k_2 倍（ここで k_2 は、正の実数である）した値と誤差信号FOEを k_3 倍（ここで k_3 は、正の実数である）した値とを加算した値から、後述する変数FE1の値を k_4 倍（ここで k_4 は、 k_3 よりも小さい正の実数である）した値を減算した値に増幅演算利得 k_g の値を乗算し、その値を変数FDの値とする〔 $FD \leftarrow (FE_I \times k_2 + FOE \times k_3 - FE1 \times k_4) \times k_g$ 〕。さらに誤差信号FEDの値を変数FE1の新しい値とする（ $FE1 \leftarrow FED$ ）。その後、処理215の動作を行う。

【0080】

この計算を行うことにより、誤差信号FOEの位相補償が行われ、その結果が変数FDの値となる。ここで処理214は、位相補償器2（位相補償手段）に対応している。

【0081】

処理215では、変数FDの内容を演算装置103の駆動出力部106に出力し、変数FDの値に比例した駆動信号FODに変換する。その後、処理216の動作を行う。

【0082】

処理216では、所定時間の遅延処理を行う。すなわち、あらかじめ決められたサンプリング周波数 f_s （ここで、サンプリング周波数 f_s は100kHzとする）で誤差入力部104や駆動出力部106の動作が行われるように遅延動作を行う。その後、処理202の動作へ戻る。

【0083】

処理217では、フォーカス誤差値FEDの値を、誤差信号FOEとする（ $FOE \leftarrow FED$ ）。その後、処理214の動作を行う。すなわち、処理213でフォーカスゲイン調整完了フラッグGCの値に1が設定された後は、処理203の動作により、処理217の次のサンプリングタイミングの後は、処理204から処理213の動作が行われず、処理217の処理が行われる。

【0084】

以上、センサ101（センサ手段）と誤差信号合成器102（誤差信号合成手段）と演算装置103（演算手段）とフォーカスアクチュエータ109と駆動回路108（駆動手段）とによってフォーカス制御装置が構成され、演算装置103（演算手段）は、誤差入力部104（誤差入力手段）と外乱加算器1（外乱加算手段）と位相補償器2（位相補

償手段)と駆動出力部106(駆動出力手段)と応答検出器3(応答検出手段)と利得変更器4(利得変更手段)とによって構成されている。

【0085】

このように構成されたフォーカス制御装置によってフォーカスサーボ系の利得を、分割数Nの値に依らず正確に調整することができる。具体的には、利得変更処理212の動作により、フォーカスサーボ系の利得を測定周波数f_mで0dB(1倍)となるように位相補償処理214において増幅演算利得k_gが調整される。

【0086】

以下、このことについて詳しく説明する。

【0087】

実施の形態1では、利得変更処理212(利得変更手段)の動作により、フォーカスサーボ系の利得を所望の値に調整している。以下、利得変更処理212(利得変更手段)の動作を中心に、フォーカスサーボ系の利得が所望の値に調整されることを詳しく説明する。

【0088】

利得変更処理212では、前述したように、(数6)に示す位相を持つ所定の複素振幅値R_Uと検出複素振幅値(SUMR + j · SUMI)とを用いて、増幅演算利得k_gを変化させている。これにより、フォーカスゲイン調整を行っている。ここで、フォーカスゲイン調整とは、フォーカスサーボ系の利得が測定周波数f_mで0dB(ここで、0dBは1倍を意味する)になることを意味する。

【0089】

利得変更処理212では、前述した(数7)を用いて増幅演算利得k_gを更新している。このため、以下、|H|が測定周波数f_mにおけるフォーカスサーボ系の一巡伝達関数の利得であることについて詳しく説明する。

【0090】

まず、参照値テーブルポインタSCがSCの時、外乱加算処理207において加算される外乱値FADDは、前述した(数2)によって示される。また、(数2)によって示される外乱値FADDに対するフォーカスサーボ系の応答Y[SC]は、フォーカスサーボ系の線形成が成り立つ範囲で、下記に示す(数10)と表現することができる。

【0091】

【数10】

$$Y[SC] = R \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{N} \times SC + \theta\right)$$

【0092】

ここで、Rはフォーカスサーボ系の応答Y[SC]の振幅を表し、θはフォーカスサーボ系の応答Y[SC]の外乱値FADDとの位相差を表す。

【0093】

したがって、(数1)と(数10)とを用いて、応答検出処理206の検出複素振幅値(SUMR + j · SUMI)を計算すると、検出複素振幅値の実数部SUMRは、下記に示す(数11)となる。

【0094】

【数11】

$$\begin{aligned} \text{SUMR} &= K \sum_{SC=0}^{N-1} Y[SC] \cdot \overline{Y[SC]} = K \sum_{SC=0}^{N-1} P \cdot R \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{N} \times SC + \theta\right) \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{N} \times SC\right) \\ &= \frac{K \cdot R \cdot P}{2} \sum_{SC=0}^{N-1} \left[\cos(\theta) - \cos\left(2 \frac{2\pi}{N} \times SC + \theta\right) \right] = \frac{K \cdot N \cdot R \cdot P}{2} \cos(\theta) = \frac{K \cdot N \cdot P}{2} \text{Re}(Y) \end{aligned}$$

【0095】

同様に検出複素振幅値の虚数部SUMRIは、下記に示す(数12)となる。

【0096】

【数12】

$$SUMI = \frac{K \cdot N \cdot P}{2} Im(Y)$$

【0097】

ここで、Yはフォーカスサーボ系の応答Y[SC]の複素振幅であり、Re(Y)は応答Yの実数部を表し、Im(Y)は応答Yの虚数部を表す。

【0098】

ここで、実施の形態1では、応答検出処理205における検出複素振幅値の演算の時、外乱値FADDの周期のK倍(Kは測定波数)の時間だけ積分加算している。これにより、検出複素振幅値SUMRとSUMIとがそれぞれ正確に複素振幅Yの実数部と虚数部とに対応した値となる。すなわち、フォーカスサーボ系の応答Y[SC]の複素振幅の振幅情報と位相情報とを正確に検出することが可能な構成となっている。

【0099】

(数11)と(数12)と(数4)とを(数8)に代入すると、利得|H|は、下記に示す(数13)となる。

【0100】

【数13】

$$\begin{aligned} |H| &= \left| \frac{SUMR + j \cdot SUMI}{(SUMR + j \cdot SUMI) + \{Re(RU) + j \cdot Im(RU)\}} \right| \\ &= \left| \frac{\frac{KNP}{2} Y}{\frac{KNP}{2} Y + \frac{KNP}{2} \{\cos(d1) - j \cdot \sin(d1)\} \cdot Ad} \right| = \left| \frac{Y}{Y + \{\cos(d1) - j \cdot \sin(d1)\} \cdot Ad} \right| \end{aligned}$$

【0101】

一方、図4にフォーカスサーボ系のブロック線図を示す。図4より、フォーカスサーボ系の外乱値FADDからフォーカスサーボ系の応答Y[SC]までのフォーカスサーボ系の閉ループ特性は、下記に示す(数14)となる。

【0102】

【数14】

$$\frac{Y}{FA} = D \cdot \frac{-H}{1+H}$$

【0103】

ここで、FAは参照値テーブルポインタSCがSCの時の外乱値FADDの外乱複素振幅値を表し、Yは外乱値FADD[SC]に対するフォーカスサーボ系の応答Y[SC]の応答複素振幅値を表し、Hはフォーカスサーボ系の一巡伝達関数を表し、Dは外乱値FADDのフォーカスサーボ系に対する実質的な加算部の伝達関数を表す。

【0104】

ここで、複素振幅値FAは、前述した(数4)より下記に示す(数15)となる。

【0105】

【数15】

$$FA = Re(FA) + j \cdot Im(FA) = Ad$$

【0106】

さらに、(数14)と(数15)とより下記に示す(数16)が得られる。

【0107】

【数 16】

$$H = -\frac{Y}{Y + D \cdot Ad}$$

【0108】

(数 13) と (数 16) とを比較すると、 $|H|$ が測定周波数 f_m におけるフォーカスサーボ系の一巡伝達関数の利得となることが分かる。

【0109】

最後に、加算部伝達関数 D を説明する。

【0110】

図 5 に、外乱値 $FADD$ の出力値の様子を示す。縦軸は外乱値 $FADD$ の値を示し、横軸は参照値テーブルポイント SC の値を示す。図 5 に示すように外乱値 $FADD$ は 1 サンプルタイミング毎に (参照値テーブルポイント SC の値が変化する毎に) 外乱値 $FADD$ の値が変化する階段状の出力値となる (図 5 において、波形 $FADD$ が外乱値 $FADD$ の出力値波形である)。すなわち、1 サンプルタイミング毎に正弦波値 (図 5 において、正弦波値は波形 $W1$ によって示す) がサンプリングされ、0 次ホールドされた波形となる。このようなサンプリングと 0 次ホールドを行う処理の伝達関数は、下記に示す (数 17) となる。

【0111】

【数 17】

$$\frac{1 - \exp\left(-j \cdot 2\pi \cdot \frac{f_m}{f_s}\right)}{j \cdot 2\pi \cdot \frac{f_m}{f_s}} = \frac{1 - \exp\left(-j \cdot 2\pi \cdot \frac{1}{N}\right)}{j \cdot 2\pi \cdot \frac{f_m}{f_s}} = \exp\left(-j \frac{2\pi}{2N}\right) \frac{\sin\left(\frac{2\pi}{2N}\right)}{\frac{2\pi}{2N}}$$

【0112】

ここで、 f_m は測定周波数、 f_s はサンプリング周波数、 N は外乱値 $FADD$ の分割数を表す。

【0113】

以上より、外乱値 $FADD$ のフォーカスサーボ系に対する実質的な加算部の伝達関数 D は、前述した (数 17) で表される。すなわち、(数 18) となる。

【0114】

【数 18】

$$D = \exp\left(-j \frac{2\pi}{2N}\right) \frac{\sin\left(\frac{2\pi}{2N}\right)}{\frac{2\pi}{2N}} = \exp\left(-j \frac{2\pi}{2N}\right) = \cos(d1) - j \cdot \sin(d1)$$

【0115】

ここで、実施の形態 1 では、外乱値 $FADD$ の分割数 N を 20 としているため、下記に示す (数 19) が成立する。

【0116】

【数 19】

$$\frac{\sin\left(\frac{2\pi}{2N}\right)}{\frac{2\pi}{2N}} = 0.996$$

【0117】

図 5 に示す波形 $W2$ は、波形 $W1$ に比べて、位相が $2\pi/N/2$ 遅れた波形を示す。ま

た、図5からも、波形FADDがほぼ $2\pi/N/2$ の位相遅れを持つことが分かる。

【0118】

以上より、加算部Dの伝達関数がDとなることが分かる。これにより、測定周波数 f_m におけるフォーカスサーボ系の利得 $|H|$ は、前述した(数8)となることがわかる。さらに、(数7)により増幅演算利得 k_g が所望の値に補正され、フォーカスサーボ系の利得が測定周波数 f_m で0dB(1倍)に正確に調整できることがわかる。

【0119】

このように、フォーカスサーボ系の利得が測定周波数 f_m で0dB(1倍)に正確に調整できることは、利得変更処理212の所定の複素振幅値RUの位相を(数6)のように設定していることに依る。また、(数6)は、前述した説明により、外乱値FADDのフォーカスサーボ系への実質的な加算位相に対応していることも分かる。

【0120】

また、実施の形態1では、外乱値FADDのフォーカスサーボ系への実質的な加算位相に応じて、利得変更処理212の所定の複素振幅値RUの位相を変化させているため、分割数Nが小さくなくても、精度良くフォーカスサーボ系の利得を測定周波数 f_m で0dB(1倍)に正確に調整することができる。

【0121】

さらに、分割数Nを変更することにより、測定周波数 f_m が変更できるため、フォーカスサーボ系の利得を所望の値に調整することが可能となる。

【0122】

(実施の形態2)

実施の形態2では、本発明の光ディスク装置の他の一実施例について説明する。

【0123】

実施の形態2では、利得変更処理(利得変更手段)の動作を除く構成は、前述した実施の形態1と同じであるため、説明を省略する。以下、実施の形態2の利得変更部(利得変更手段)を利得変更処理312とする。

【0124】

実施の形態2に係る利得変更処理312では、所定の複素振幅値RU2を下記に示す(数20)とする。

【0125】

【数20】

$$RU2 = Re(RU2) + j \cdot Im(RU2) = \frac{K \cdot N \cdot P}{2} \cdot Ad$$

【0126】

ここで、 $Re(RU2)$ は所定の複素振幅値RU2の実数部を表し、 $Im(RU2)$ は所定の複素振幅値RU2の虚数部を表す。さらに、Kは測定波数、Nは外乱値FADDの分割数、Pは参照値振幅、Adは外乱値FADDの振幅である。

【0127】

さらに、所定の補正複素値CUを下記に示す(数21)とする。

【0128】

【数21】

$$CU = \cos(d2) + j \sin(d2)$$

【0129】

ここで、所定の補正複素値CUと所定の複素振幅値RU2との位相差は、位相 $d2$ となっている。この位相 $d2$ は、前述した(数6)に示した実施の形態1の $d1$ と同じ値であり、外乱値FADDのフォーカスサーボ系に対する実質的な加算位相になっている。

【0130】

さらに、利得変更処理312では、増幅演算部利得 k_g を下記に示す(数22)によって補正する。

【0131】

【数22】

$$kg = \frac{kg}{|H|} = \frac{kg}{\frac{(SUMR + j \cdot SUMI) \cdot \{\cos(d2) + j \sin(d2)\}}{(SUMR + j \cdot SUMI) \cdot \{\cos(d2) + j \sin(d2)\} + \frac{K \cdot N \cdot P}{2} \cdot Ad}}$$

【0132】

すなわち、測定周波数 f_m におけるフォーカスサーボ系の利得 $|H|$ を求め、その逆数を増幅演算利得 kg に乗算することにより、増幅演算利得 kg を補正する。これにより、フォーカスサーボ系の利得を測定周波数 f_m で 0 dB (1 倍) に正確に調整することができる。

【0133】

(数22) からフォーカスサーボ系の利得 $|H|$ を抜き出すと、下記に示す (数23) となる。

【0134】

【数23】

$$|H| = \frac{(SUMR + j \cdot SUMI) \cdot \{\cos(d2) + j \sin(d2)\}}{(SUMR + j \cdot SUMI) \cdot \{\cos(d2) + j \sin(d2)\} + \frac{K \cdot N \cdot P}{2} \cdot Ad}$$

【0135】

以上より、(数23) は、前述した (数8) と等価であることが分かる。

【0136】

したがって、実施の形態2では、所定の補正複素値 CU と所定の複素振幅値 RU_2 との位相差を、外乱値 $FADD$ のフォーカスサーボ系への実質的な加算位相とすることにより、分割数 N が小さくなくても、精度良くフォーカスサーボ系の利得を測定周波数 f_m で 0 dB (1 倍) に正確に調整することができる。

【0137】

さらに、実施の形態2の構成は、前述した実施の形態1の効果に加えて、利得変更処理 312 (利得変更手段) の所定の複素振幅値を実数値としている。これにより、あらかじめ記憶しておく容量を少なくしている。

【0138】

(実施の形態3)

実施の形態3では、本発明の光ディスク装置のさらに他の一実施例について説明する。

【0139】

実施の形態3では、利得変更処理 (利得変更手段) の動作を除く構成は前述した実施の形態1と同じであるため、説明を省略する。以下、実施の形態3の利得変更処理 (利得変更手段) を利得変更処理 412 とする。

【0140】

さらに、実施の形態3では、前述した実施の形態1及び実施の形態2と比べ、外乱値 $FADD$ のフォーカスサーボ系に対する実質的な加算位相が異なる。すなわち、下記の (数24) で示す位相値を用いる。その他の利得変更処理の構成及び動作は、前述した実施の形態1及び実施の形態2の利得変更処理と同じであるため、説明を省略する。

【0141】

【数 2 4】

$$d2 = \frac{2\pi}{2 \cdot N} + 2\pi \cdot fm \cdot Td$$

【0142】

ここで、 f_m は測定周波数、 T_d は誤差入力部104の入力動作から駆動出力部106の出力動作までの演算時間 T_d を表す。すなわち、(数24)の位相は、 $2\pi/N/2$ と $2\pi \times f_m \times T_p$ との演算合成した値となっている。

【0143】

このように構成することにより、演算時間 T_d が前述した(数6)の位相差に比べて無視できない程度に大きくなっても、フォーカスサーボ系の利得が測定周波数 f_m で0dB(1倍)により正確に調整できる。以下、このことについて詳しく説明する。

【0144】

まず、演算時間 T_d が前述した(数6)によって示される位相値に比べて、無視できる程度に小さい場合には、前述した実施の形態1及び実施の形態2で用いた外乱値 $FADD$ のフォーカスサーボ系に対する実質的な加算位相である(数24)の値と(数6)の値とがほぼ等しくなるため、フォーカスサーボ系の利得が測定周波数 f_m で0dB(1倍)により正確に調整できることがわかる。

【0145】

次に、演算時間 T_d が前述した(数6)によって示される位相値に比べて、無視できない程度に大きい場合について説明する。

【0146】

この場合、演算時間 T_d は、駆動出力部106の出力動作が誤差入力部104の入力動作よりもどれだけ時間的に遅れて実行されたかを示すものである。したがって、演算時間 T_d により位相は、前述した(数6)によって示される位相に対して加算される。演算時間 T_d による位相は、フォーカスサーボ系の利得が測定周波数 f_m に対する位相であるため、下記に示す(数25)となる。

【0147】

【数 2 5】

$$TP = 2\pi \cdot fm \cdot Td$$

【0148】

以上より、(数25)と(数6)とを加算することにより(数24)が得られる。

【0149】

実施の形態3では、利得変更処理412の動作により、演算時間 T_d が(数6)で示される位相値に比べて、無視できない程度に大きい場合でも、その影響を(数24)に示すように含めて、増幅演算利得 kg の演算を行っているため、フォーカスサーボ系の利得が測定周波数 f_m で0dB(1倍)により正確に調整できる。

【0150】

なお、本実施の形態3では、所定の複素振幅値の位相を零にして所定の補正複素値にのみ位相情報を持たせたが、所定の複素振幅値と所定の補正複素値との位相差が所定の値になれば良く、本発明は実施の形態3に限定されるものではない。

【0151】

また、位相補償処理214の構成は、図2に示す構成に限定されるものではなく、フォーカスサーボ系の位相を補償する動作を行うものであれば良い。図2の位相補償処理214と異なる位相補償処理を設けたとしても、本発明に含まれる。

【0152】

また、本実施の形態では、外乱値を1サンプル毎に出力しているが、これを複数サンプル毎に出力するように構成してもよく、このように変更しても本発明に含まれる。

【0153】

さらに、本実施の形態のデジタル回路で構成した部分をアナログ回路で構成することや、アナログ回路で構成した部分をデジタル回路で構成することなど、様々な変更が考えられる。このように変更を行っても本発明に含まれることは言うまでもない。

【0154】

以上のように実施の形態1ないし実施の形態3によれば、利得変更器4の動作により、分割数Nが小さい場合でも、精度良くフォーカス制御装置のループゲイン特性を調整することができる。

【0155】

すなわち、利得変更処理において、利得変更処理の所定の複素振幅値の位相を外乱加算手段の外乱値の実質的な加算位相に応じた値にすることにより、精度良くループゲイン特性を調整している。また、利得変更器4において、所定の補正複素値と所定の複素振幅値の位相差を外乱加算器1の外乱値の実質的な加算位相に応じた値とすることにより、精度良くループゲイン特性を調整している。

【0156】

特に、フォーカスサーボ系の広帯域化と演算装置の省電力化とを目的とした動作クロックの低下により、分割数Nはますます小さくなる方向にある。このような場合でも、本実施の形態に係るフォーカス制御装置を用いることにより、精度良くループゲイン特性を調整することが可能である。

【0157】

(実施の形態4)

図6は、実施の形態4に係るトラッキング制御装置100Aの構成を示すブロック図である。トラッキング制御装置100Aは、センサ101Aを備えている。センサ101Aは、光ディスク111からの反射光を受光し、複数個のセンサ信号SE1をトラッキング誤差信号合成器102Aへ出力する。トラッキング誤差信号合成器102Aは、複数個のセンサ信号SE1を演算合成して、光ディスク111上のトラックと光ディスク111上の光スポットとの相対位置関係に応じたトラッキング誤差信号TEを演算装置103Aへ供給する。

【0158】

演算装置103Aは、誤差入力部104Aと演算器105Aと駆動出力部106Aとメモリ107とを有している。メモリ107には、ROM107aとRAM107bとが設けられている。

【0159】

誤差入力部104Aは、トラッキング誤差信号合成器102Aによって合成されたトラッキング誤差信号TEに基づいてトラッキング誤差値を生成して演算器105Aへ供給する。

【0160】

図7は、演算器105Aの構成を示すブロック図である。演算器105Aは、外乱加算器1Aを有している。外乱加算器1Aは、誤差入力部104Aによって生成されたトラッキング誤差値に外乱値を加えて出力する。演算器105Aには、位相補償器2Aが設けられている。位相補償器2Aは、外乱加算器1Aの出力値に少なくとも位相補償演算と増幅演算とを行い駆動値を出力する。演算器105Aは、応答検出器3Aを有している。応答検出器3Aは、誤差入力部104Aによって生成されたトラッキング誤差値に基づいて外乱値に応答した検出複素振幅値を検出する。演算器105Aには、利得変更器4Aが設けられている。利得変更器4Aは、応答検出器3Aによって検出された検出複素振幅値と所定の複素振幅値とに応じて位相補償器2Aの増幅演算の利得を変更する。

【0161】

駆動出力部106Aは、位相補償器2Aから出力された駆動値に基づいて駆動信号を駆動回路108Aへ出力する。駆動回路108Aは、駆動信号に略比例した駆動電流をトラッキングアクチュエータ109Aへ出力する。トラッキングアクチュエータ109Aは、駆動電流に応じて対物レンズ110を駆動する。

【0162】

このように構成されたトラッキング制御装置100Aの動作を説明する。

【0163】

センサ101Aが光ディスク111からの反射光を電気信号に変換して複数個のセンサ信号SE1を出力すると、トラッキング誤差信号合成器102Aは、複数個のセンサ信号SE1を入力してトラッキング誤差信号TEを出力する。

【0164】

トラッキング誤差信号合成器102Aでは、例えば、複数個のセンサ信号SE1をそれぞれセンサ信号A1、センサ信号B1、センサ信号C1およびセンサ信号D1とすると、センサ信号A1、B1、C1およびD1を用いて、 $(A1 - B1) - KE1 \times (C1 - D1)$ の演算を行った信号をトラッキング誤差信号TEとして出力している。

【0165】

演算装置103Aは、誤差信号合成器102Aからのトラッキング誤差信号TEを入力し、メモリ107に内蔵された後述するプログラムによって計算処理することにより、駆動信号TODを出力する。演算装置103Aが出力する駆動信号TODは駆動回路108Aに入力される。そして、駆動回路108Aでは、電力増幅を行いフォーカスアクチュエータ109Aに電力を供給して、対物レンズ110を駆動する。

【0166】

このように、センサ101A（センサ手段）とトラッキング誤差信号合成器102A（誤差信号合成手段）と演算装置103A（演算手段）とトラッキングアクチュエータ109Aと駆動回路108A（駆動手段）とによってトラッキング制御装置が構成されている。

【0167】

図6に示す演算装置103Aに設けられたメモリ107は、所定のプログラムと定数とが格納されたロム領域107a（ROM：リードオンリーメモリ）と随時必要な値を格納するラム領域107b（RAM：ランダムアクセスメモリ）とに別れている。演算器105Aは、ロム領域107a内のプログラムに従って所定の動作や演算を行っている。図8にそのプログラムの具体的な一例を示す。次に、その動作を詳細に説明する。

【0168】

まず処理401では、後述する処理に必要な変数値の初期設定を行う。具体的には、まず参照値テーブルポインタSCxを初期化する（ $SCx \leftarrow 0$ ）。ここで、参照値テーブルポインタSCxの値は正の整数であり、0からN-1（Nは分割数であり、4の倍数の正の整数である。ここでは、Nを20とする）までの値をとる。

【0169】

次に、トラッキングゲイン調整完了フラッグGCxを初期化する（ $GCx \leftarrow 0$ ）。ここでトラッキングゲイン調整完了フラッグGCxは、0または1の値をとり、0の時は、トラッキングゲイン調整が完了していないことを意味し、1の時は、トラッキングゲイン調整が完了していることを意味する。したがって、トラッキングゲイン調整完了フラッグGCxを初期化することにより、トラッキングゲイン調整が完了していない設定にしている。

【0170】

そして、正弦波の波数を計数する波数カウンタKCxを初期化する（ $KCx \leftarrow 0$ ）。ここで、波数カウンタKCxの値は正の整数であり、0から測定波数Kx（ここで、測定波数Kxは、3以上の正の整数であり、ここでは50とする）までの値をとる。さらに、後述する応答検出処理405において検出する検出複素振幅値の実数部SUMRxと検出複素振幅値の虚数部SUMIxとを初期化する（ $SUMRx \leftarrow 0$ 、 $SUMIx \leftarrow 0$ ）。

【0171】

さらに、処理401では、後述する位相補償処理414の動作の初期設定として変数FEIxの値を零に初期化する（ $FEIx \leftarrow 0$ ）。その後、処理402の動作を行う。

【0172】

処理402では、トラッキング誤差値TEDの入力動作を行う。すなわち、演算装置1

03Aの誤差入力部104Aに入力されたトラッキング誤差信号合成器102Aからのトラッキング誤差信号TEをAD変換し、トラッキング誤差値TEDに直す。その後、処理403の動作を行う。

【0173】

処理403では、トラッキングゲイン調整完了フラッグGCxの値に応じて、次に行う処理を選択している。具体的には、トラッキングゲイン調整完了フラッグGCxの値が1の場合には処理417の動作に移行し、トラッキングゲイン調整完了フラッグGCxの値が1でない場合には処理404の動作に移行する。この処理403により、トラッキングゲイン調整が完了すると、処理417の動作に移行し、後述する利得変更処理412の動作を最初の1回のみ行うように構成している。

【0174】

処理404では、参照値テーブルポインタSCxに分割数Nを4で割った値を加算し、その加算値の分割数Nxを法とする値を計算し、余弦波テーブルポインタCCxの値とする。すなわち、 $CCx \leftarrow (SCx + Nx / 4) \text{ MOD } Nx$ の演算を行う。ここで、A MOD Bは、AのBを法とする値を表す。例えば、 $A = 24$ 、 $B = 20$ の場合、A MOD Bは4となる。すなわち、値Aを値Bで割った時の剰余を表す。このような演算を行うことにより、余弦波テーブルポインタCCの値は、0からNx-1の範囲の数値となる。その後、処理205の動作を行う。

【0175】

処理405では、参照値テーブルポインタSCに基づいてメモリ107のROM領域107aに格納されている参照値テーブルを参照し、参照値Qx[CCx]を得る。その参照値Qx[CCx]にトラッキング誤差値TEDを乗算し、その乗算値と検出複素振幅値の虚数部SUMIxを加算した値を新しい検出複素振幅値の虚数部SUMIxとする($SUMIx \leftarrow SUMIx + TED \times Qx[CCx]$)。ここで、参照値テーブルポインタSCxの時のQx[SCx]を、(数26)に示す。

【0176】

【数26】

$$Qx[SCx] = Px \times \sin\left(\frac{2\pi}{Nx} \times SCx\right)$$

【0177】

ここで、Pxは参照値振幅、Nxは分割数、 π は円周率を表す(ここで、参照値振幅Pxは正の実数であり、ここでは100とする)。

【0178】

さらに処理405では、余弦波テーブルポインタCCxに基づいてメモリ107のROM領域107aに格納されている参照値テーブルを参照し、参照値Qx[CCx]を得る。その参照値Qx[CCx]にトラッキング誤差値TEDを乗算し、その乗算値と検出複素振幅値の虚数部SUMIxを加算した値を新しい検出複素振幅値の虚数部SUMIxとする($SUMIx \leftarrow SUMIx + TED \times Qx[CCx]$)。

【0179】

ここで、処理404の動作により、参照値テーブルポインタSCxと余弦波テーブルポインタCCxとの間の差をNx/4(ここで、Nxは分割数)としている。これにより、Qx[SCx]とQx[CCx]との値の位相差が $2\pi/4$ となる。したがって、実施の形態4では、分割数Nxを4の倍数にすることにより、正確に位相差 $2\pi/4$ を実現している。また、参照値テーブルを用いることにより、sin関数やcos関数の計算に要する演算量を削減している。処理405の後、処理406の動作を行う。ここで、処理405は図7に示される応答検出器3Aに対応している。

【0180】

処理406では、参照値テーブルポインタSCxに基づいてメモリ107のROM領域107aに格納されている正弦波の関数テーブルを参照し、外乱値TADDとする(TA

DD ← tablex [SCx])。tablex [SCx] を、(数 27) に示す。
 【0181】
 【数 27】

$$\text{tablex}[SCx] = Adx \times \sin\left(\frac{2\pi}{Nx} \times SCx\right)$$

【0182】

ここで、Adx は外乱値振幅、Nx は分割数、 π は円周率を表す（ここで、外乱値振幅 Adx は正の実数であり、ここでは、100 とする）。

【0183】

また、下記の(数 28) に示すように、正弦波の関数テーブルと参照値テーブルとは、同じものを用いることにより、メモリ領域を削減している。したがって、外乱値振幅 Adx と参照値振幅 Px とは同じ値となっている。

【0184】

【数 28】

$$\text{tablex}[SCx] = Adx \times \sin\left(\frac{2\pi}{Nx} \times SCx\right) = Px \times \sin\left(\frac{2\pi}{Nx} \times SCx\right) = Qx[SCx]$$

【0185】

処理 406 の動作の後、処理 407 の動作を行う。処理 407 では、トラッキング誤差値 TED に外乱値 TADD を加算した値を、誤差信号 TOE とする (TOE ← TED + TADD)。その後、処理 408 の動作を行う。ここで、処理 407 は図 7 に示される外乱加算器 1A (外乱加算手段) に相当する。

【0186】

処理 408 では、参照値テーブルポインタ SCx の値に 1 を加算し、その値を新しい参照値テーブルポインタ SCx の値としている (SCx ← SCx + 1)。このように処理することにより、参照値テーブルポインタ SC は、1 ずつ増加する値となる。その後、処理 409 の動作を行う。

【0187】

処理 409 では、参照値テーブルポインタ SCx と分割数 Nx の値とに応じて、次に行う処理を選択している。すなわち、参照値テーブルポインタ SCx と分割数 Nx との値が同じ場合は、処理 410 の動作へ移行する。参照値テーブルポインタ SCx と分割数 Nx の値が同じでない場合は、処理 411 の動作へ移行する。

【0188】

ここで、処理 408 と処理 409 との動作により、1 ずつ増加する参照値テーブルポインタ SCx が分割数 Nx と等しくなるということは、処理 405 と処理 406 とで用いた参照値テーブルの 1 周期分を参照したことに相当する。このことは、処理 406 における外乱値 TADD が 1 周期分得られ、処理 407 において外乱値 TADD が 1 周期分加算されたことを意味する。

【0189】

処理 410 では、参照値テーブルポインタ SCx の値を 0 にする (SCx ← 0)。すなわち、参照値テーブルポインタ SCx を初期化する。

【0190】

さらに、処理 410 では、波数カウンタ KCx の値に 1 を加算した値を新しい波数カウンタ KCx の値としている (KCx ← KCx + 1)。このように処理することにより、波数カウンタ KCx は、1 ずつ増加する値となる。その後、処理 411 の動作を行う。処理 410 の動作により、外乱値 TADD が 1 周期分加算される毎に、波数カウンタ KCx が 1 だけ増加する。

【0191】

処理 411 では、波数カウンタ KCx と測定波数 Kx との値に応じて、次に行う処理を

選択している。すなわち、波数カウンタ $K C x$ と測定波数 $K x$ との値が同じ場合は、処理 412 の動作へ移行する。波数カウンタ $K C x$ と測定波数 $K x$ との値が同じでない場合は、処理 414 の動作へ移行する。

【0192】

処理 412 では、図 7 に示される利得変更器 4 A (利得変更手段) の動作を行う。すなわち、利得変更演算を行うことによって、フォーカスゲイン調整を行う。以下、利得変更器 4 A の具体的な動作を説明する。

【0193】

まず、利得変更器 4 A の所定の複素振幅値 $R U x$ は、あらかじめ計算されており、下記に示す (数 29) としている。

【0194】

【数 29】

$$R U x = \operatorname{Re}(R U x) + j \cdot \operatorname{Im}(R U x) = \frac{K x \cdot N x \cdot P x}{2} \cdot A d x \cdot \cos(d 1 x) + j \cdot \left\{ -\frac{K x \cdot N x \cdot P x}{2} \cdot A d x \cdot \sin(d 1 x) \right\}$$

【0195】

ここで、 $\operatorname{Re}(R U x)$ は所定の複素振幅値 $R U x$ の実数部を表し、 $\operatorname{Im}(R U x)$ は所定の複素振幅値 $R U x$ の虚数部を表す。さらに、 $K x$ は測定波数、 $N x$ は外乱値 $T A D$ の分割数、 $P x$ は参照値振幅、 $A d x$ は外乱値の振幅であり、また、 j は虚数を表し、下記に示す (数 30) で定義される。

【0196】

【数 30】

$$j = \sqrt{-1}$$

【0197】

さらに、所定の複素振幅値 $R U$ の位相 $d 1$ は、下記に示す (数 31) としている。

【0198】

【数 31】

$$d 1 x = \frac{2\pi}{2 \cdot N x}$$

【0199】

ここで、 π は円周率を表す。これらすべての定数は、応答検出器 3 A の動作前に既知であるため、所定の複素振幅値 $R U x$ をあらかじめ計算することができる。

【0200】

次に、利得変更器 4 A では、所定の複素振幅値 $R U x$ と、応答検出器 3 A (応答検出手段) によって検出した検出複素振幅値 ($S U M R x + j \cdot S U M I x$) を用いて、後述する位相補償器 2 (位相補償手段) の増幅演算利得 $k g x$ の大きさを補正している。具体的には、下記に示す (数 32) を用いて、増幅演算利得 $k g x$ を補正する。

【0201】

【数 32】

$$k g x = \frac{k g x}{|H x|} = \frac{k g x}{\frac{S U M R x + j \cdot S U M I x}{(S U M R x + j \cdot S U M I x) + \{ \operatorname{Re}(R U x) + j \cdot \operatorname{Im}(R U x) \}}}$$

$$= \frac{k g x}{\frac{S U M R x + j \cdot S U M I x}{(S U M R x + j \cdot S U M I x) + \frac{K x \cdot N x \cdot P x}{2} \cdot A d x \cdot \{ \cos(d 1 x) - j \cdot \sin(d 1 x) \}}}$$

【0202】

ここで、 $|H_x|$ は、測定周波数 f_{mx} におけるフォーカスサーボ系の一巡伝達関数の利得であり、下記に示す (数 33) となる。

【0203】

【数 33】

$$|H_x| = \left| \frac{\text{SUM}R_x + j \cdot \text{SUM}I_x}{(\text{SUM}R_x + j \cdot \text{SUM}I_x) + \{ \text{Re}(RU_x) + j \cdot \text{Im}(RU_x) \}} \right|$$

【0204】

ここで、測定周波数 f_m は、下記に示す (数 34) となっている。

【0205】

【数 34】

$$f_{mx} = f_{sx} / N_x$$

【0206】

ここで、 f_{sx} はサンプリング周波数、 N_x は分割数を表す (ここでは、サンプリング周波数 f_{sx} を 100 kHz、分割数 N_x を 20 としているため、測定周波数 f_{mx} は、5 kHz となる)。

【0207】

すなわち、測定周波数 f_{mx} におけるトラッキングサーボ系の利得 $|H_x|$ を求め、その逆数を増幅演算利得 k_{gx} に乗算することによって、増幅演算利得 k_{gx} を補正する。これにより、トラッキングサーボ系の利得を測定周波数 f_{mx} で 0 dB (1 倍) に正確に調整することができる。すなわち、トラッキングゲイン調整を行っている。

【0208】

処理 412 の動作の後、処理 413 の動作を行う。処理 413 では、トラッキングゲイン調整完了フラッグ GC_x の値を 1 にする ($GC_x \leftarrow 1$)。ここで、トラッキングゲイン調整完了フラッグ GC_x の値を 1 にすることは、利得変更器 4A の動作が完了し、トラッキングゲイン調整が完了したことを意味する。その後、処理 414 の動作を行う。

【0209】

処理 414 では、誤差信号 TOE に対して位相補償演算を行う。具体的には、まず誤差信号 TOE を k_{1x} 倍 (ここで k_{1x} は、正の実数である) した値と変数 TE_I_x を加算した値を新しい変数 TE_I_x の値とする ($TE_I_x \leftarrow TE_I_x + TOE_x \times k_{1x}$)。また変数 TE_I_x の値を k_{2x} 倍 (ここで k_{2x} は、正の実数である) した値と誤差信号 TOE を k_{3x} 倍 (ここで k_{3x} は、正の実数である) した値とを加算した値から、後述する変数 $TE1_x$ の値を k_{4x} 倍 (ここで k_{4x} は、 k_{3x} よりも小さい正の実数である) した値を減算した値に増幅演算利得 k_{gx} の値を乗算し、その値を変数 TD_x の値とする [$TD_x \leftarrow (TE_I_x \times k_{2x} + TOE_x \times k_{3x} - TE1_x \times k_{4x}) \times k_{gx}$]。さらに誤差信号 TEd の値を変数 $TE1_x$ の新しい値とする ($TE1_x \leftarrow TEd$)。その後、処理 415 の動作を行う。

【0210】

この計算を行うことにより、誤差信号 TOE の位相補償が行われ、その結果が変数 TD_x の値となる。ここで処理 414 は、位相補償器 2A (位相補償手段) に対応している。

【0211】

処理 415 では、変数 TD_x の内容を演算装置 103A の駆動出力部 106A に出力し、変数 TD_x の値に比例した駆動信号 TOD に変換する。その後、処理 416 の動作を行う。

【0212】

処理 416 では、所定時間の遅延処理を行う。すなわち、あらかじめ決められたサンプリング周波数 f_{sx} (ここで、サンプリング周波数 f_{sx} は 100 kHz とする) で誤差入力部 104A や駆動出力部 106A の動作が行われるように遅延動作を行う。その後、処理 402 の動作へ戻る。

【0213】

処理417では、トラッキング誤差値TEDの値を、誤差信号TOEとする（TOE←TED）。その後、処理414の動作を行う。すなわち、処理413でトラッキングゲイン調整完了フラッグGCxの値に1が設定された後は、処理403の動作により、処理417の動作が誤差入力部104Aの動作毎に行われる。すなわち、利得変更器4Aの動作が終了した次のサンプリングタイミングの後は、処理404から処理413の動作が行われず、処理417の処理が行われる。

【0214】

以上、センサ101A（センサ手段）と誤差信号合成器102A（誤差信号合成手段）と演算装置103A（演算手段）とトラッキングアクチュエータ109Aと駆動回路108A（駆動手段）とによってトラッキング制御装置が構成され、演算装置103A（演算手段）は、誤差入力部104A（誤差入力手段）と外乱加算器1A（外乱加算手段）と位相補償器2A（位相補償手段）と駆動出力部106A（駆動出力手段）と応答検出器3A（応答検出手段）と利得変更器4A（利得変更手段）とによって構成されている。

【0215】

このように構成されたトラッキング制御装置によってトラッキングサーボ系の利得を、分割数Nxの値に依らず正確に調整することができる。具体的には、利得変更処理412の動作により、トラッキングサーボ系の利得を測定周波数fmで0dB（1倍）となるように位相補償処理414において増幅演算利得kgxが調整される。

【0216】

以下、このことについて詳しく説明する。

【0217】

実施の形態4では、利得変更処理412（利得変更手段）の動作により、トラッキングサーボ系の利得を所望の値に調整している。以下、利得変更処理412（利得変更手段）の動作を中心に、トラッキングサーボ系の利得が所望の値に調整されることを詳しく説明する。

【0218】

利得変更処理412では、前述したように、（数6）に示す位相を持つ所定の複素振幅値RUxと検出複素振幅値（SUMRx+j・SUMIx）とを用いて、増幅演算利得kgxを変化させている。これにより、トラッキングゲイン調整を行っている。ここで、トラッキングゲイン調整とは、トラッキングサーボ系の利得が測定周波数fmで0dB（ここで、0dBは1倍を意味する）になることを意味する。

【0219】

利得変更処理412では、前述した（数7）を用いて増幅演算利得kgxを更新している。このため、以下、|Hx|が測定周波数fmにおけるトラッキングサーボ系の一巡伝達関数の利得であることについて詳しく説明する。

【0220】

まず、参照値テーブルポイントSCxがSCxの時、外乱加算処理407において加算される外乱値TADDは、前述した（数2）によって示される。また、（数2）によって示される外乱値TADDに対するトラッキングサーボ系の応答Yx[SCx]は、トラッキングサーボ系の線形成が成り立つ範囲で、下記に示す（数35）と表現することができる。

【0221】

【数35】

$$Y_x[SC_x] = R_x \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{N_x} \times SC_x + \theta_x\right)$$

【0222】

ここで、Rxはトラッキングサーボ系の応答Yx[SCx]の振幅を表し、θxはトラッキングサーボ系の応答Yx[SCx]の外乱値TADDとの位相差を表す。

【0223】

したがって、(数1)と(数10)とを用いて、応答検出処理406の検出複素振幅値 $(SUMRx + j \cdot SUMIx)$ を計算すると、検出複素振幅値の実数部 $SUMRx$ は、下記に示す(数36)となる。

【0224】

【数36】

$$\begin{aligned} SUMRx &= Kx \sum_{x=0}^{N-1} Yx[SCx] Px[SCx] = K \sum_{x=0}^{N-1} Px \cdot Rx \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{Nx} \times SCx + \theta x\right) \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{Nx} \times SCx\right) \\ &= \frac{Kx \cdot Rx \cdot Px}{2} \sum_{x=0}^{N-1} \left[\cos(\theta x) - \cos\left(2\frac{2\pi}{Nx} \times SCx + \theta x\right) \right] = \frac{Kx \cdot Nx \cdot Rx \cdot Px}{2} \cos(\theta x) = \frac{Kx \cdot Nx \cdot Px}{2} \operatorname{Re}(Yx) \end{aligned}$$

【0225】

同様に検出複素振幅値の虚数部 $SUMIx$ は、下記に示す(数37)となる。

【0226】

【数37】

$$SUMIx = \frac{Kx \cdot Nx \cdot Px}{2} \operatorname{Im}(Yx)$$

【0227】

ここで、 Yx はトラッキングサーボ系の応答 $Yx[SCx]$ の複素振幅であり、 $\operatorname{Re}(Yx)$ は応答 Yx の実数部を表し、 $\operatorname{Im}(Yx)$ は応答 Yx の虚数部を表す。

【0228】

ここで、実施の形態1では、応答検出処理405における検出複素振幅値の演算の時、外乱値 $TADD$ の周期の Kx 倍 (Kx は測定波数) の時間だけ積分加算している。これにより、検出複素振幅値 $SUMRx$ と $SUMIx$ とがそれぞれ正確に複素振幅 Yx の実数部と虚数部とに対応した値となる。すなわち、トラッキングサーボ系の応答 $Yx[SCx]$ の複素振幅の振幅情報と位相情報とを正確に検出することが可能な構成となっている。

【0229】

(数36)と(数37)と(数29)とを(数33)に代入すると、利得 $|Hx|$ は、下記に示す(数38)となる。

【0230】

【数38】

$$\begin{aligned} |Hx| &= \left| \frac{SUMRx + j \cdot SUMIx}{(SUMRx + j \cdot SUMIx) + \{ \operatorname{Re}(RUx) + j \cdot \operatorname{Im}(RUx) \}} \right| \\ &= \left| \frac{\frac{KxNxPx}{2} Yx}{\frac{KxNxPx}{2} Yx + \frac{KxNxPx}{2} \{ \cos(d1x) - j \cdot \sin(d1x) \} \cdot Adx} \right| = \left| \frac{Yx}{Yx + \{ \cos(d1x) - j \cdot \sin(d1x) \} \cdot Adx} \right| \end{aligned}$$

【0231】

一方、図9にトラッキングサーボ系のブロック線図を示す。図9より、トラッキングサーボ系の外乱値 $TADD$ からトラッキングサーボ系の応答 $Yx[SCx]$ までのトラッキングサーボ系の閉ループ特性は、下記に示す(数39)となる。

【0232】

【数39】

$$\frac{Yx}{TxAx} = Dx \cdot \frac{-Hx}{1 + Hx}$$

【0233】

ここで、 TAx は参照値テーブルポイント SCx が SCx の時の外乱値 $TADD$ の外乱複素振幅値を表し、 Yx は外乱値 $TADD[SCx]$ に対するトラッキングサーボ系の応

答 $Y_x [SC_x]$ の応答複素振幅値を表し、 H_x はトラッキングサーボ系の一巡伝達関数を表し、 D_x は外乱値 $TADD$ のトラッキングサーボ系に対する実質的な加算部の伝達関数を表す。

【0234】

ここで、複素振幅値 TA_x は、前述した(数4)より下記に示す(数40)となる。

【0235】

【数40】

$$TA_x = \text{Re}(TA_x) + j \cdot \text{Im}(TA_x) = Adx$$

【0236】

さらに、(数39)と(数40)とより下記に示す(数41)が得られる。

【0237】

【数41】

$$H_x = -\frac{Y_x}{Y_x + D_x \cdot Adx}$$

【0238】

(数38)と(数41)とを比較すると、 $|H_x|$ が測定周波数 f_{mx} におけるトラッキングサーボ系の一巡伝達関数の利得となることが分かる。

【0239】

最後に、加算部伝達関数 D_x を説明する。

【0240】

図10に、外乱値 $TADD$ の出力値の様子を示す。縦軸は外乱値 $TADD$ の値を示し、横軸は参照値テーブルポイント SC_x の値を示す。図10に示すように外乱値 $TADD$ は1サンプルタイミング毎に(参照値テーブルポイント SC_x の値が変化する毎に)外乱値 $TADD$ の値が変化する階段状の出力値となる(図10において、波形 $TADD$ が外乱値 $TADD$ の出力値波形である)。すなわち、1サンプルタイミング毎に正弦波値(図10において、正弦波値は波形 $W3$ によって示す)がサンプリングされ、0次ホールドされた波形となる。このようなサンプリングと0次ホールドを行う処理の伝達関数は、下記に示す(数42)となる。

【0241】

【数42】

$$\frac{1 - \exp\left(-j \cdot 2\pi \cdot \frac{f_{mx}}{f_{sx}}\right)}{j \cdot 2\pi \cdot \frac{f_{mx}}{f_{sx}}} = \frac{1 - \exp\left(-j \cdot 2\pi \cdot \frac{1}{N_x}\right)}{j \cdot 2\pi \cdot \frac{f_{mx}}{f_{sx}}} = \exp\left(-j \cdot \frac{2\pi}{2N_x}\right) \frac{\sin\left(\frac{2\pi}{2N_x}\right)}{\frac{2\pi}{2N_x}}$$

【0242】

ここで、 f_{mx} は測定周波数、 f_{sx} はサンプリング周波数、 N_x は外乱値 $TADD$ の分割数を表す。

【0243】

以上より、外乱値 $TADD$ のトラッキングサーボ系に対する実質的な加算部の伝達関数 D_x は、前述した(数17)で表される。すなわち、(数43)となる。

【0244】

【数43】

$$D_x = \exp\left(-j \cdot \frac{2\pi}{2N_x}\right) \frac{\sin\left(\frac{2\pi}{2N_x}\right)}{\frac{2\pi}{2N_x}} = \exp\left(-j \cdot \frac{2\pi}{2N_x}\right) = \cos(d1x) - j \cdot \sin(d1x)$$

【0245】

ここで、実施の形態4では、外乱値 $TADD$ の分割数 N_x を20としているため、下記

に示す(数44)が成立する。

【0246】

【数44】

$$\frac{\sin\left(\frac{2\pi}{2N_x}\right)}{\frac{2\pi}{2N_x}} = 0.996$$

【0247】

図10に示す波形W4は、波形W3に比べて、位相が $2\pi/N/2$ 遅れた波形を示す。また、図10からも、波形TADDがほぼ $2\pi/N/2$ の位相遅れを持つことが分かる。

【0248】

以上より、加算部Dxの伝達関数がDxとなることが分かる。これにより、測定周波数fmxにおけるフォーカスサーボ系の利得|Hx|は、前述した(数33)となることがわかる。さらに、(数32)により増幅演算利得kgxが所望の値に補正され、トラッキングサーボ系の利得が測定周波数fmxで0dB(1倍)に正確に調整できることがわかる。

【0249】

このように、トラッキングサーボ系の利得が測定周波数fmxで0dB(1倍)に正確に調整できることは、利得変更処理412の所定の複素振幅値RUxの位相を(数31)のように設定していることに依る。また、(数31)は、前述した説明により、外乱値TADDのトラッキングサーボ系への実質的な加算位相に対応していることも分かる。

【0250】

また、実施の形態4では、外乱値TADDのトラッキングサーボ系への実質的な加算位相に応じて、利得変更処理412の所定の複素振幅値RUxの位相を変化させているため、分割数Nxが小さくなくても、精度良くトラッキングサーボ系の利得を測定周波数fmxで0dB(1倍)に正確に調整することができる。

【0251】

さらに、分割数Nxを変更することにより、測定周波数fmxが変更できるため、トラッキングサーボ系の利得を所望の値に調整することが可能となる。

【0252】

(実施の形態5)

実施の形態5では、本発明の光ディスク装置のさらに他の一実施例について説明する。

【0253】

実施の形態5では、利得変更処理(利得変更手段)の動作を除く構成は、前述した実施の形態4と同じであるため、説明を省略する。以下、実施の形態5の利得変更部(利得変更手段)を利得変更処理512とする。

【0254】

実施の形態5に係る利得変更処理512では、所定の複素振幅値RU2xを下記に示す(数45)とする。

【0255】

【数45】

$$RU_{2x} = \text{Re}(RU_{2x}) + j \cdot \text{Im}(RU_{2x}) = \frac{K_x \cdot N_x \cdot P_x}{2} \cdot A_{dx}$$

【0256】

ここで、Re(RU2x)は所定の複素振幅値RU2xの実数部を表し、Im(RU2x)は所定の複素振幅値RU2xの虚数部を表す。さらに、Kxは測定波数、Nxは外乱値TADDの分割数、Pxは参照値振幅、Adxは外乱値TADDの振幅である。

【0257】

さらに、所定の補正複素値CUxを下記に示す(数46)とする。

【0258】

【数46】

$$CUx = \cos(d2x) + j \sin(d2x)$$

【0259】

ここで、所定の補正複素値 CUx と所定の複素振幅値 $RU2x$ との位相差は、位相 $d2x$ となっている。この位相 $d2x$ は、前述した（数31）に示した実施の形態4の $d1x$ と同じ値であり、外乱値 $TADD$ のトラッキングサーボ系に対する実質的な加算位相になっている。

【0260】

さらに、利得変更処理512では、増幅演算部利得 kgx を下記に示す（数47）によって補正する。

【0261】

【数47】

$$kgx = \frac{kgx}{|Hx|} = \frac{kgx}{\frac{(SUMRx + j \cdot SUMIx) \cdot \{\cos(d2x) + j \sin(d2x)\}}{(SUMRx + j \cdot SUMIx) \cdot \{\cos(d2x) + j \sin(d2x)\} + \frac{Kx \cdot Nx \cdot Px}{2} \cdot Adx}}$$

【0262】

すなわち、測定周波数 fmx におけるトラッキングサーボ系の利得 $|Hx|$ を求め、その逆数を増幅演算利得 kgx に乗算することにより、増幅演算利得 kgx を補正する。これにより、トラッキングサーボ系の利得を測定周波数 fmx で0dB（1倍）に正確に調整することができる。

【0263】

（数47）からトラッキングサーボ系の利得 $|Hx|$ を抜き出すと、下記に示す（数48）となる。

【0264】

【数48】

$$|Hx| = \frac{(SUMRx + j \cdot SUMIx) \cdot \{\cos(d2x) + j \sin(d2x)\}}{(SUMRx + j \cdot SUMIx) \cdot \{\cos(d2x) + j \sin(d2x)\} + \frac{Kx \cdot Nx \cdot Px}{2} \cdot Adx}$$

【0265】

以上より、（数48）は、前述した（数33）と等価であることが分かる。

【0266】

したがって、実施の形態5では、所定の補正複素値 CUx と所定の複素振幅値 $RU2x$ との位相差を、外乱値 $TADD$ のトラッキングサーボ系への実質的な加算位相とすることにより、分割数 Nx が小さくなっても、精度良くトラッキングサーボ系の利得を測定周波数 fmx で0dB（1倍）に正確に調整することができる。

【0267】

さらに、実施の形態5の構成は、前述した実施の形態4の効果に加えて、利得変更処理512（利得変更手段）の所定の複素振幅値を実数値としている。これにより、あらかじめ記憶しておく容量を少なくしている。

【0268】

（実施の形態6）

実施の形態6では、本発明の光ディスク装置のさらに他の一実施例について説明する。

【0269】

実施の形態6では、利得変更処理（利得変更手段）の動作を除く構成は前述した実施の形態4と同じであるため、説明を省略する。以下、実施の形態6の利得変更処理（利得変

更手段)を利得変更処理612とする。

【0270】

さらに、実施の形態6では、前述した実施の形態4及び実施の形態5と比べ、外乱値TADDのトラッキングサーボ系に対する実質的な加算位相が異なる。すなわち、下記の(数49)で示す位相値を用いる。その他の利得変更処理の構成及び動作は、前述した実施の形態4及び実施の形態5の利得変更処理と同じであるため、説明を省略する。

【0271】

【数49】

$$d2x = \frac{2\pi}{2 \cdot Nx} + 2\pi \cdot fmx \cdot Tdx$$

【0272】

ここで、fmxは測定周波数、Tdxは誤差入力部104Aの入力動作から駆動出力部106Aの出力動作までの演算時間Tdxを表す。すなわち、(数49)の位相は、 $2\pi / Nx / 2$ と $2\pi \times fmx \times Tdx$ との演算合成した値となっている。

【0273】

このように構成することにより、演算時間Tdxが前述した(数31)の位相差に比べて無視できない程度に大きくなっても、トラッキングサーボ系の利得が測定周波数fmxで0dB(1倍)により正確に調整できる。以下、このことについて詳しく説明する。

【0274】

まず、演算時間Tdxが前述した(数31)によって示される位相値に比べて、無視できる程度に小さい場合には、前述した実施の形態4及び実施の形態5で用いた外乱値TADDのトラッキングサーボ系に対する実質的な加算位相である(数49)の値と(数31B(1倍)により正確に調整できることがわかる。

【0275】

次に、演算時間Tdxが前述した(数31)によって示される位相値に比べて、無視できない程度に大きい場合について説明する。

【0276】

この場合、演算時間Tdxは、駆動出力部106Aの出力動作が誤差入力部104Aの入力動作よりもどれだけ時間的に遅れて実行されたかを示すものである。したがって、演算時間Tdxにより位相は、前述した(数31)によって示される位相に対して加算される。演算時間Tdxによる位相は、トラッキングサーボ系の利得が測定周波数fmxに対する位相であるため、下記に示す(数50)となる。

【0277】

【数50】

$$TPx = 2\pi \cdot fmx \cdot Tdx$$

【0278】

以上より、(数50)と(数31)とを加算することにより(数49)が得られる。

【0279】

実施の形態6では、利得変更処理612の動作により、演算時間Tdxが(数6)で示される位相値に比べて、無視できない程度に大きい場合でも、その影響を(数49)に示すように含めて、増幅演算利得kgxの演算を行っているため、トラッキングサーボ系の利得が測定周波数fmxで0dB(1倍)により正確に調整できる。

【0280】

なお、本実施の形態6では、所定の複素振幅値の位相を零にして所定の補正複素値にのみ位相情報を持たせたが、所定の複素振幅値と所定の補正複素値との位相差が所定の値になれば良く、本発明は実施の形態6に限定されるものではない。

【0281】

また、位相補償処理 414 の構成は、図 8 に示す構成に限定されるものではなく、トラッキングサーボ系の位相を補償する動作を行うものであれば良い。図 8 の位相補償処理 414 と異なる位相補償処理を設けたとしても、本発明に含まれる。

【0282】

また、本実施の形態では、外乱値を 1 サンプル毎に出力しているが、これを複数サンプル毎に出力するように構成してもよく、このように変更しても本発明に含まれる。

【0283】

さらに、本実施の形態のデジタル回路で構成した部分をアナログ回路で構成することや、アナログ回路で構成した部分をデジタル回路で構成することなど、様々な変更が考えられる。このように変更を行っても本発明に含まれることは言うまでもない。

【0284】

以上のように実施の形態 4 ないし実施の形態 6 によれば、利得変更器 4A の動作により、分割数 N_x が小さい場合でも、精度良くトラッキング制御装置のループゲイン特性を調整することができる。

【0285】

すなわち、利得変更処理において、利得変更処理の所定の複素振幅値の位相を外乱加算手段の外乱値の実質的な加算位相に応じた値にすることにより、精度良くループゲイン特性を調整している。また、利得変更器 4A において、所定の補正複素値と所定の複素振幅値の位相差を外乱加算器 1 の外乱値の実質的な加算位相に応じた値とすることにより、精度良くループゲイン特性を調整している。

【0286】

特に、トラッキングサーボ系の広帯域化と演算装置の省電力化とを目的とした動作クロックの低下により、分割数 N_x はますます小さくなる方向にある。このような場合でも、本実施の形態に係るトラッキング制御装置を用いることにより、精度良くループゲイン特性を調整することが可能である。

【産業上の利用可能性】

【0287】

本発明のフォーカス制御装置およびトラッキング制御装置は、半導体レーザ等のレーザ光を用いて光ディスクに情報の記録や再生を行う光ディスク装置に用いるフォーカス制御装置およびトラッキング制御装置として有用である。

【図面の簡単な説明】

【0288】

【図 1】 本実施の形態に係るフォーカス制御装置の構成を示すブロック図

【図 2】 本実施の形態に係るフォーカス制御装置に設けられた演算器の構成を示すブロック図

【図 3】 本実施の形態に係るフォーカス制御装置の動作を示すフローチャート

【図 4】 本実施の形態に係るフォーカス制御装置の演算器に設けられた利得変更器の動作を説明するためのフォーカスサーボ系のブロック線図

【図 5】 本実施の形態に係るフォーカス制御装置の演算器に設けられた利得変更器の動作を説明するためのグラフ

【図 6】 本実施の形態に係るトラッキング制御装置の構成を示すブロック図

【図 7】 本実施の形態に係るトラッキング制御装置に設けられた演算器の構成を示すブロック図


【図 8】 本実施の形態に係るトラッキング制御装置の動作を示すフローチャート

【図 9】 本実施の形態に係るトラッキング制御装置の演算器に設けられた利得変更器の動作を説明するためのトラッキングサーボ系のブロック線図

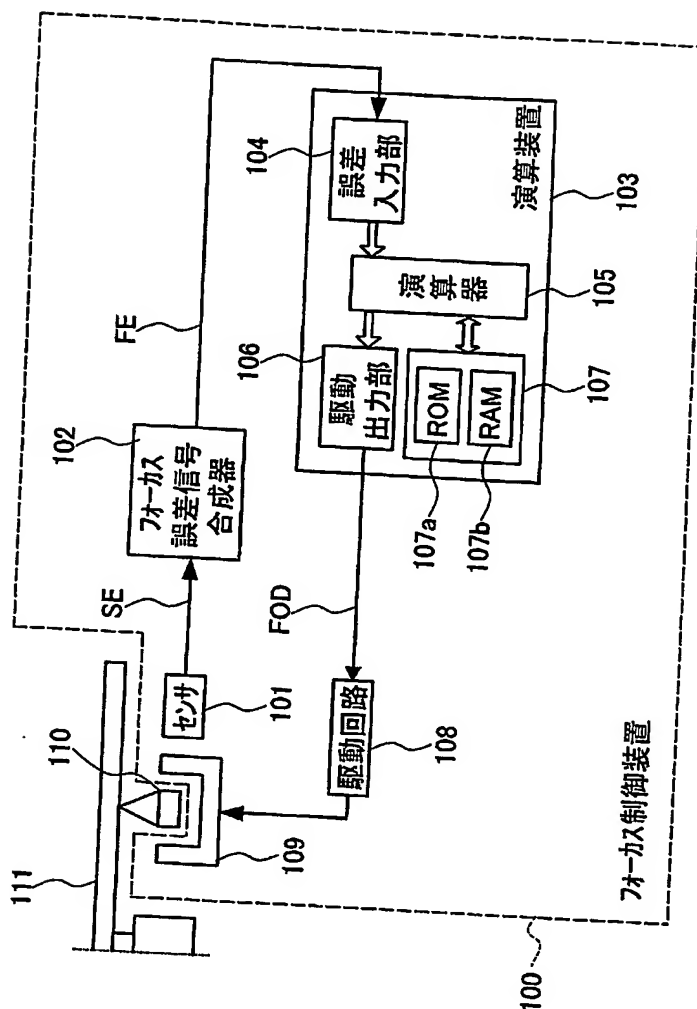
【図 10】 本実施の形態に係るトラッキング制御装置の演算器に設けられた利得変更器の動作を説明するためのグラフ

【符号の説明】

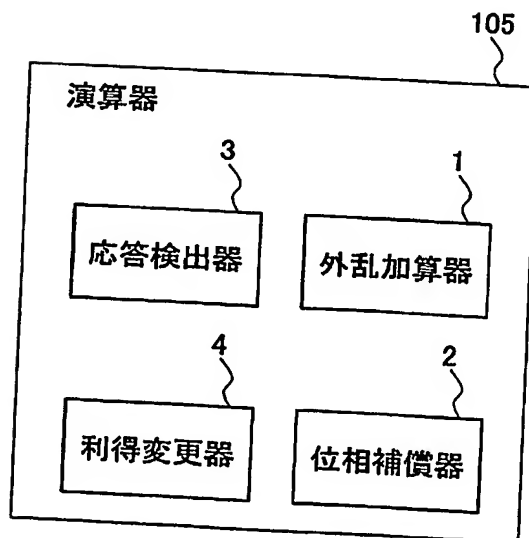
【0289】

- 
- 1 外乱加算器
 - 2 位相補償器
 - 3 応答検出器
 - 4 利得変更器
 - 1 0 1 センサ
 - 1 0 2 誤差信号合成器
 - 1 0 3 演算装置
 - 1 0 8 駆動回路
 - 1 0 9 フォーカスアクチュエータ
 - 1 0 4 誤差入力部

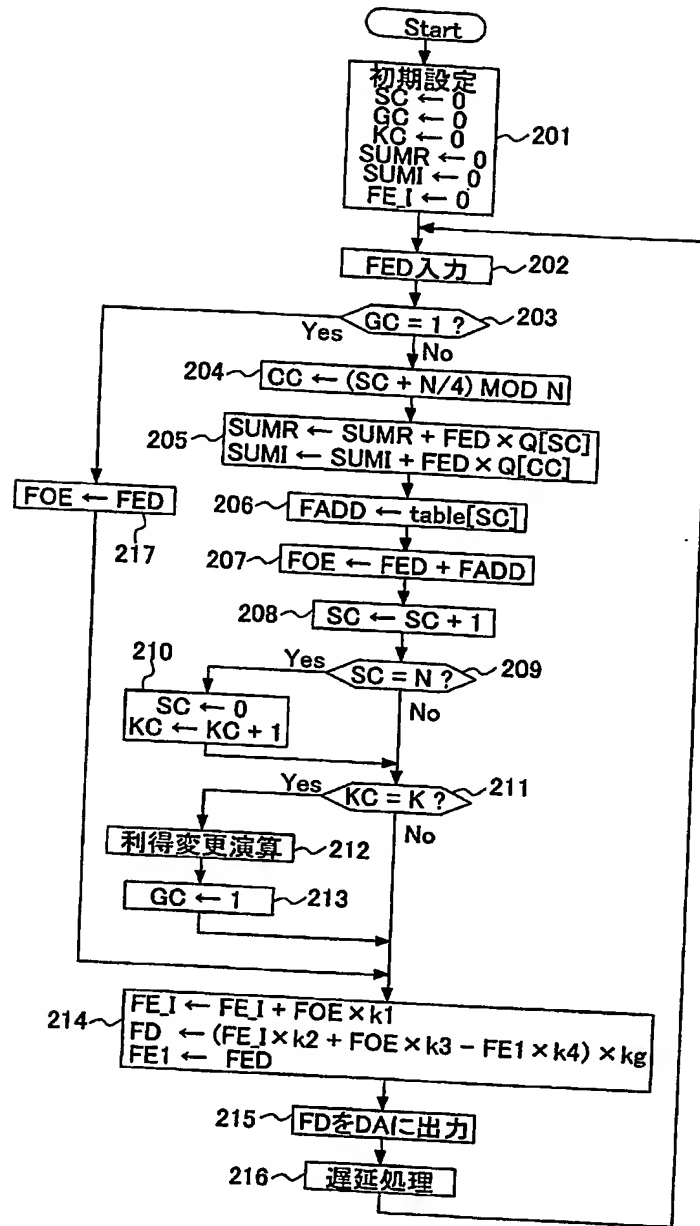
【書類名】 図面
【図 1】



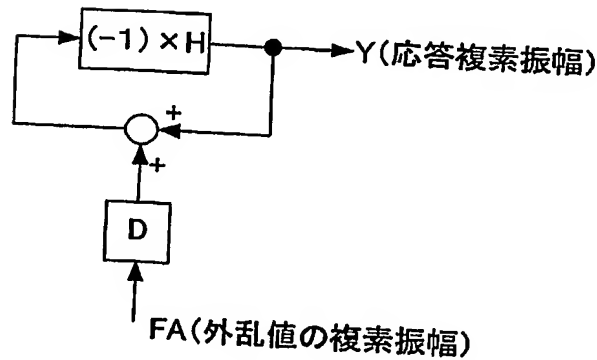
【図 2】



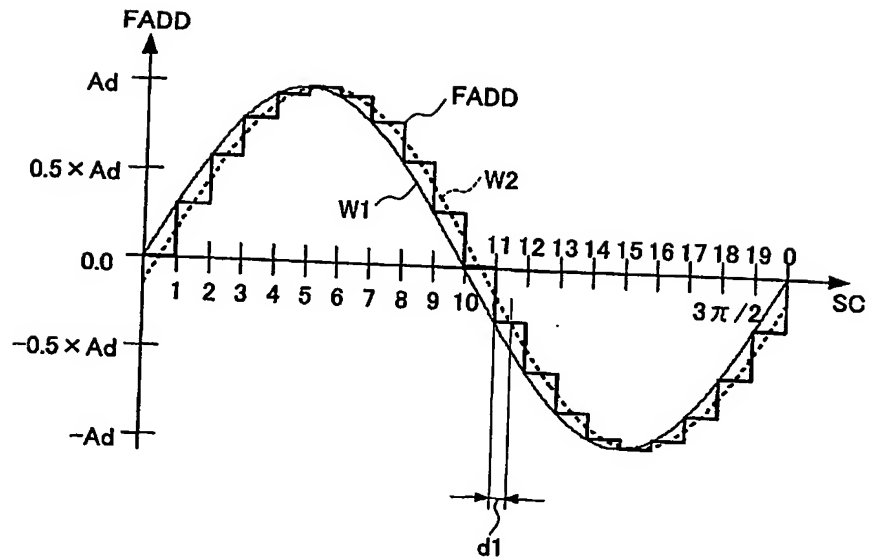
【図 3】



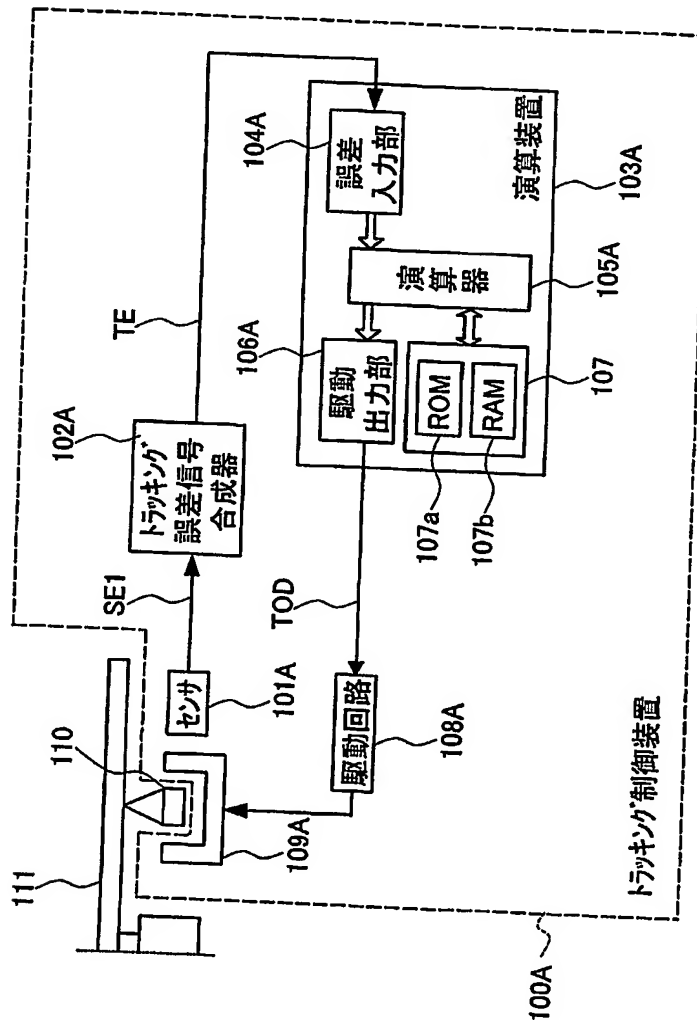
【図 4】



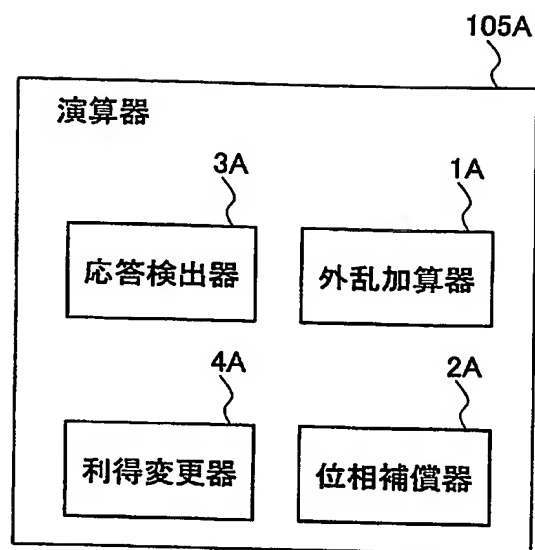
【図5】



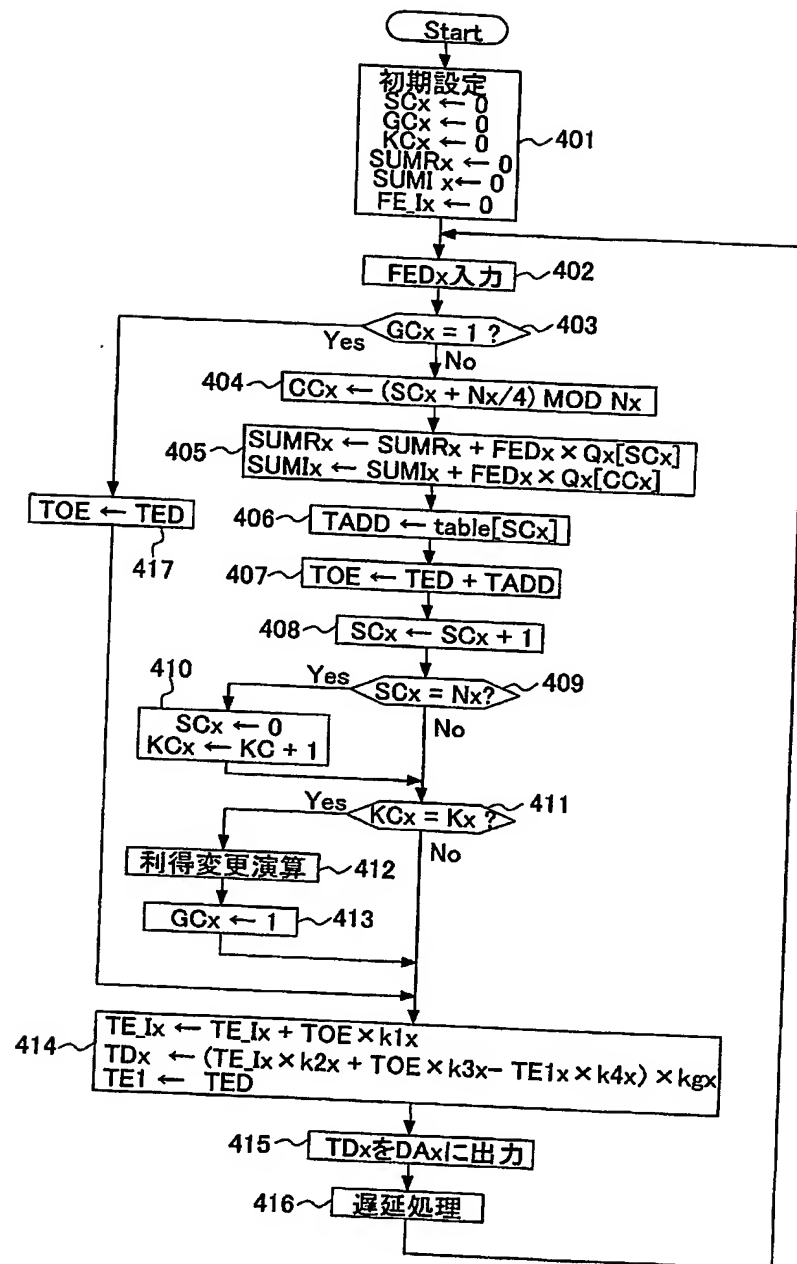
【図6】



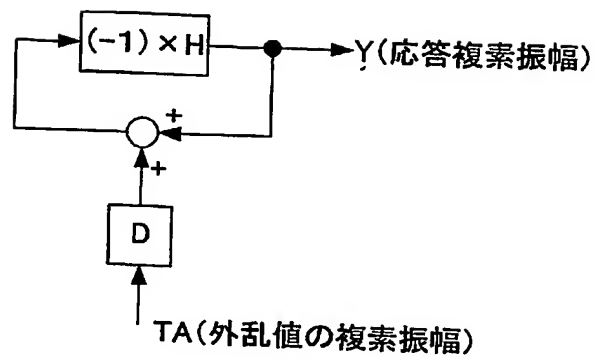
【図 7】



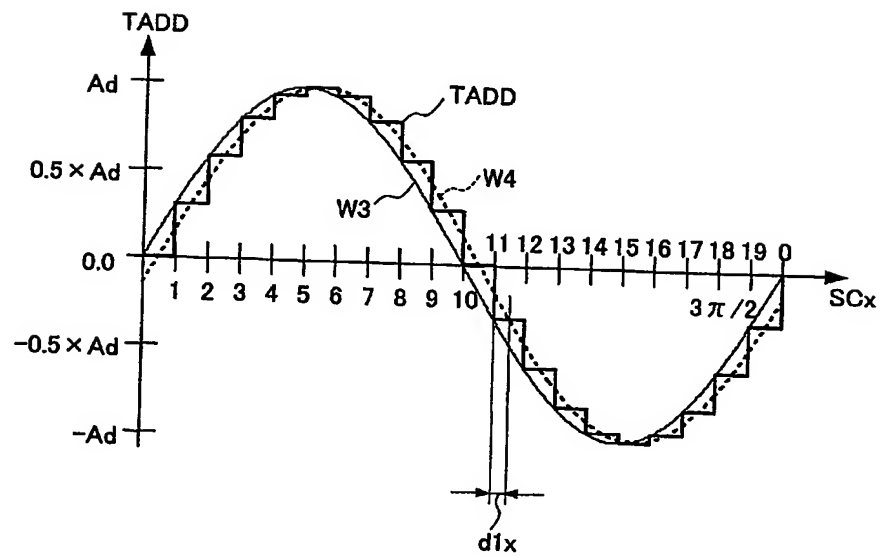
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 分割数Nが小さい場合でも、精度良くフォーカスサーボ系の利得を調整することができるフォーカス制御装置を提供する。

【解決手段】 フォーカス制御装置は、センサ101と誤差信号合成器102と演算装置103と駆動回路108手段とフォーカスアクチュエータ109とを具備しており、演算装置103は、フォーカス誤差値を生成する誤差入力部104と、フォーカス誤差値に外乱値を加えて出力する外乱加算器1と、外乱加算器1の出力値に少なくとも位相補償演算と増幅演算とを行い駆動値を出力する位相補償器2と、駆動値に基づいて駆動信号を出力する駆動出力部106と、誤差入力部104によって生成されたフォーカス誤差値に基づいて外乱値に応答した検出複素振幅値を検出する応答検出器3と、応答検出器3によって検出された検出複素振幅値と所定の複素振幅値とに応じて位相補償器2の増幅演算の利得を変更する利得変更器4とを含んでおり、利得変更器4の所定の複素振幅値の位相を外乱加算器1の外乱値の実質的な加算位相としている。

【選択図】 図1

特願 2003-410593

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000005821]

1. 変更新月日
[変更理由]
住所
氏名

1990年 8月28日
新規登録
大阪府門真市大字門真1006番地
松下電器産業株式会社